SITZUNGSBERICHTE

[illegible]

[illegible]

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

[illegible]

JAHRGANG [illegible]

[illegible]

[illegible]

BERLIN [illegible]

[illegible]

[illegible]

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.



JAHRGANG 1888.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXVI MIT DREI TAFELN.

BERLIN, 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

INHALT.

Seite

Verzeichniss der Mitglieder am 1. Januar 1888 I
WEBER: Über alt-irânische Sternnamen 3
KULTSCHITZKY: Ergebnisse einer Untersuchung über die Befruchtungsvorgänge bei *Ascaris megalocephala* 17
RÖNTGEN: Über die durch Bewegung eines im homogenen elektrischen Felde befindlichen Dielektricums hervorgerufene elektrodynamische Kraft 23
VAHLEN: Über einige Bruchstücke des Ennius 31
DIELS: Über die arabische Übersetzung der Aristotelischen Poetik 49
CURTIUS: Festrede zur Feier des Geburtstages FRIEDRICH's II. 55
SCHMOLLER: Die Einführung der französischen Regie durch FRIEDRICH den Grossen 1766 63
KLEIN: Petrographische Untersuchung einer Suite von Gesteinen aus der Umgebung des Bolsener See's 91
NOETHER: Anzahl der Moduln einer Classe algebraischer Flächen 123
BORCHARDT: Ein babylonisches Grundrissfragment (hierzu Taf. I) 129
BOETTGER: Verzeichniss der von Hrn. E. VON OERTZEN aus Griechenland und aus Kleinasien mitgebrachten Batrachier und Reptilien 139
KONOW: Zwei neue Blattwespen-Arten 187
HERTZ: Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen 197
DILLMANN: Über das Adlergesicht in der Apokalypse des Esra 215
KIRCHHOFF: Inschriften von der Akropolis zu Athen (Fortsetzung) 239
KUNDT: Über die Brechungsexponenten der Metalle 255
FRITSCH: Über Bau und Bedeutung der Kanalsysteme unter der Haut der Selachier 273
KIRCHHOFF: Inschriften von der Akropolis zu Athen (Fortsetzung) 313
RAMMELSBERG: Beiträge zur Kenntniss der ammoniakalischen Quecksilberverbindungen 331
FRIEDHEIM: Über die chemische Zusammensetzung der Meteoriten von Alfianello und Concepcion . . 345
TOEPLER und HENNIG: Magnetische Untersuchung einiger Gase 373
OBERBECK: Über die Bewegungserscheinungen der Atmosphaere 383
H. C. VOGEL: Über die Bestimmung der Bewegung von Sternen im Visionsradius durch spectrographische Beobachtung (hierzu Taf. II) 397
MOMMSEN: Gedächtnissrede auf Seine Hochselige Majestät den Kaiser und König WILHELM 403
Ansprache an Ihre Majestät die Kaiserin und Königin AUGUSTA 412
Ansprache an Seine Majestät den Kaiser und König FRIEDRICH 413
KRONECKER: Über die arithmetischen Sätze, welche LEJEUNE DIRICHLET in seiner Breslauer Habilitationsschrift entwickelt hat 417
KRONECKER: Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme 429
KRONECKER: Bemerkungen über DIRICHLET's letzte Arbeiten 439
KRONECKER: Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme (Fortsetzung) . . 447
KIRCHHOFF: Bericht über die Sammlung der griechischen Inschriften 469
MOMMSEN: Bericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften 470
MOMMSEN: Bericht über die römische Prosopographie 471
ZELLER: Bericht über die Herausgabe der Aristoteles-Commentatoren 472
LEHMANN: Bericht über die politische Correspondenz FRIEDRICH's II. 472

Inhalt.

Seite

Weierstrass: Bericht über die Herausgabe der Werke Jacobi's 472
E. du Bois-Reymond: Jahresbericht des Curatoriums der Humboldt-Stiftung 473
Jahresbericht der Bopp-Stiftung für 1887 475
Bericht der Commission für die Savigny-Stiftung 476
Wattenbach: Bericht über die Monumenta Germaniae historica 477
Conze: Jahresbericht des Archaeologischen Instituts 480
von Bezold: Zur Thermodynamik der Atmosphaere 485
H. W. Vogel: Über das Spectrum des Cyans und des Kohlenstoffs (hierzu Taf. III) 523
E. du Bois-Reymond: Bemerkungen über einige neuere Versuche an Torpedo 531
Schwabach: Zur Entwickelung der Rachentonsille 555
Kronecker: Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme (Fortsetzung) . . 557
Lolling: Eine Delphische Weihinschrift 581
Erman: Der Thontafelfund von Tell-Amarna 583
Adresse an Hrn. von Sybel zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums am 27. April 1888 . . 593
Kronecker: Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme (Fortsetzung) . . 595
Stein: Leibniz in seinem Verhältniss zu Spinoza auf Grundlage unedirten Materials entwickelungsgeschichtlich dargestellt 615
Gabriel: Über eine neue Darstellungsweise primärer Amine 631
von Helmholtz: Über atmosphaerische Bewegungen 647

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1888.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

Hr. *du Bois-Reymond*, Secr. der phys.-math. Classe.
- *Curtius*, Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Mommsen*, Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Auwers*, Secr. der phys.-math. Classe.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
	Hr. *Wilhelm Schott*	1841 März 9.
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851 März 5.
	- *Heinrich Kiepert*	1853 Juli 25.
- *Heinrich Ernst Beyrich*		1853 Aug. 15.
- *Julius Wilhelm Ewald*		1853 Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855 Aug. 15.
- *Ernst Eduard Kummer*		1855 Dec. 10.
- *Karl Weierstraſs*		1856 Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857 Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
- *Leopold Kronecker*		1861 Jan. 23.
	- *Ernst Curtius*	1862 März 3.
- *August Wilhelm Hofmann*		1865 Mai 27.
- *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
- *Justus Roth*		1867 April 22.
	- *Hermann Bonitz*	1867 Dec. 27.
- *Nathanael Pringsheim*		1868 Aug. 17.

Ordentliche Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe.	Ordentliche Mitglieder der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
Hr. *Hermann von Helmholtz*		1870 Juni 1.
	Hr. *Eduard Zeller*	1872 Dec. 9.
- *Werner Siemens*		1873 Dec. 22.
- *Rudolph Virchow*		1873 Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875 Dec. 20.
	- *August Dillmann*	1877 März 28.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Wilhelm Wattenbach*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Alfred Pernice*	1884 April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884 April 9.
- *Lazarus Fuchs*		1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Max Lehmann*	1887 Jan. 24.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Julius Weizsäcker*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887 April 6.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. IX.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
	Sir *Henry Rawlinson* in London	1850 Mai 18.
Hr. *Franz Neumann* in Königsberg		1858 Aug. 18.
- *Robert Wilhelm Bunsen* in Heidelberg		1862 März 3.
	Hr. *Franz* Ritter *v. Miklosich* in Wien	1862 März 24.
- *Wilhelm Weber* in Göttingen		1863 Juli 11.
	- *Lebrecht Fleischer* in Leipzig	1874 April 20.
- *Hermann Kopp* in Heidelberg		1874 Mai 13.
	- *Giovanni Battista de Rossi* in Rom	1875 Juli 9.
Sir *Richard Owen* in London		1878 Dec. 2.
- *George Biddell Airy* in Greenwich		1879 Febr. 8.
Hr. *Charles Hermite* in Paris		1884 Jan. 2.
- *August Kekulé* in Bonn		1885 März 2.
	- *Otto von Boehtlingk* in Leipzig	1885 Nov. 30.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung.	
Hr. *Peter von Tschichatschef* in Florenz	1853	Aug. 22.
- Graf *Helmuth von Moltke* in Berlin	1860	Juni 2.
Don *Baldassare Boncompagni* in Rom	1862	Juli 21.
Hr. *Georg Hanssen* in Göttingen	1869	April 1.
S. M. Dom *Pedro*, Kaiser von Brasilien	1882	Oct. 18.
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen .	1883	Juli 30.
Don *Carlos Ibañez* in Madrid	1887	April 1.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Adolf von Baeyer* in München	1884	Jan. 17.
-	*C. H. D. Buys-Ballot* in Utrecht	1887	Nov. 3.
-	*Anton de Bary* in Strassburg	1878	Dec. 12.
-	*Eugenio Beltrami* in Pavia	1881	Jan. 6.
-	*P. J. van Beneden* in Löwen	1855	Juli 26.
-	*Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov. 3.
-	*Enrico Betti* in Pisa	1881	Jan. 6.
-	*Francesco Brioschi* in Mailand	1881	Jan. 6.
-	*Ole Jacob Broch* in Christiania	1876	Febr. 3.
-	*Ernst von Brücke* in Wien	1854	April 27.
-	*Hermann Burmeister* in Buenos Aires	1874	April 16.
-	*Auguste Cahours* in Paris	1867	Dec. 19.
-	*Alphonse de Candolle* in Genf	1874	April 16.
-	*Felice Casorati* in Pavia	1886	Juli 15.
-	*Arthur Cayley* in Cambridge	1866	Juli 26.
-	*Michel-Eugène Chevreul* in Paris	1834	Juni 5.
-	*Elvin Bruno Christoffel* in Strassburg	1868	April 2.
-	*Rudolph Julius Emmanuel Clausius* in Bonn	1876	März 30.
-	*Luigi Cremona* in Rom	1886	Juli 15.
-	*James Dana* in New Haven, Connecticut	1855	Juli 26.
-	*Ernst Heinrich Karl von Dechen* in Bonn	1842	Febr. 3.
-	*Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März 11.
-	*Franz Cornelius Donders* in Utrecht	1873	April 3.
-	*Louis-Hippolyte Fizeau* in Paris	1863	Aug. 6.
-	*Edward Frankland* in London	1856	Nov. 8.
-	*Carl Gegenbaur* in Heidelberg	1884	Jan. 17.
-	*Wolcott Gibbs* in Cambridge, Massachusetts	1885	Jan. 29.
-	*Benjamin Apthorp Gould* in Cambridge, Massachusetts	1883	Juni 7.
-	*Asa Gray* in Cambridge, Massachusetts	1855	Juli 26.
-	*Franz von Hauer* in Wien	1881	März 3.
-	*Rudolf Heidenhain* in Breslau	1884	Jan. 17.
-	*Johann Friedrich Hittorf* in Münster	1884	Juli 31.
Sir	*Joseph Dalton Hooker* in Kew	1854	Juni 1.
Hr.	*Thomas Huxley* in London	1865	Aug. 3.
-	*Joseph Hyrtl* in Wien	1857	Jan. 15.
-	*Theodor Kjerulf* in Christiania	1881	März 3.
-	*Albert von Kölliker* in Würzburg	1873	April 3.
-	*Friedrich Kohlrausch* in Würzburg	1884	Juli 31.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Nicolai von Kokscharow* in St. Petersburg	1887	Oct. 20.
- *Adalbert Krueger* in Kiel	1887	Febr. 10.
- *August Kundt* in Strassburg	1879	März 13.
- *Rudolph Leuckart* in Leipzig	1887	Jan. 20.
- *Franz von Leydig* in Bonn	1887	Jan. 20.
- *Rudolph Lipschitz* in Bonn	1872	April 18.
- *Sven Ludvig Lovén* in Stockholm	1875	Juli 8.
- *Karl Ludwig* in Leipzig	1864	Oct. 27.
- *Charles Marignac* in Genf	1865	März 30.
- *Karl von Nägeli* in München	1874	April 16.
- *Simon Newcomb* in Washington	1883	Juni 7.
- *Eduard Pflüger* in Bonn	1873	April 3.
- *Friedrich August von Quenstedt* in Tübingen . . .	1868	April 2.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879	März 13.
- *Gerhard vom Rath* in Bonn	1871	Juli 13.
- *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885	Febr. 26.
- *Ferdinand von Richthofen* in Berlin	1881	März 3.
- *Ferdinand Römer* in Breslau	1869	Juni 3.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887	Oct. 20.
- *George Salmon* in Dublin	1873	Juni 12.
- *Arcangelo Scacchi* in Neapel	1872	April 18.
- *Ernst Christian Julius Schering* in Göttingen . . .	1875	Juli 8.
- *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879	Oct. 23.
- *Ludwig Schläfli* in Bern	1873	Juni 12.
- *Eduard Schönfeld* in Bonn	1887	Febr. 20.
- *Heinrich Schröter* in Breslau	1881	Jan. 6.
- *Philipp Ludwig von Seidel* in München	1863	Juli 16.
- *Japetus Steenstrup* in Kopenhagen	1859	Juli 11.
- *George Gabriel Stokes* in Cambridge	1859	April 7.
- *Otto von Struve* in Pulkowa	1868	April 2.
- *James Joseph Sylvester* in London	1866	Juli 26.
Sir *William Thomson* in Glasgow	1871	Juli 13.
Hr. *August Töpler* in Dresden	1879	März 13.
- *Moritz Traube* in Breslau	1886	Juli 29.
- *Pafnutij Tschebyschew* in St. Petersburg	1871	Juli 13.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881	März 3.
- *Gustav Wiedemann* in Leipzig	1879	März 13.
- *Heinrich Wild* in St. Petersburg	1881	Jan. 6.
- *Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875	Nov. 18.
- *August Winnecke* in Strassburg	1879	Oct. 23.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1886	Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887	März 10.
-	*Theodor Aufrecht* in Bonn	1864	Febr. 11.
-	*George Bancroft* in Washington	1845	Febr. 27.
-	*Heinrich Brugsch* in Charlottenburg	1873	Febr. 13.
-	*Heinrich von Brunn* in München	1866	Juli 26.
-	*Franz Bücheler* in Bonn	1882	Juni 15.
-	*Georg Bühler* in Wien	1878	April 11.
-	*Ingram Bywater* in Oxford	1887	Nov. 17.
-	*Giuseppe Canale* in Genua	1862	März 13.
-	*Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869	Nov. 4.
-	*Alexander Cunningham* in London	1875	Juni 17.
-	*Léopold Delisle* in Paris	1867	April 11.
-	*Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882	Juni 15.
-	*Ernst Dümmler* in Halle	1882	März 30.
-	*Petros Eustratiades* in Athen	1870	Nov. 3.
-	*Giuseppe Fiorelli* in Rom	1865	Jan. 12.
-	*Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan. 29.
-	*Paul Foucart* in Athen	1884	Juli 24.
-	*Karl Immanuel Gerhardt* in Eisleben	1861	Jan. 31.
-	*Wilhelm von Giesebrecht* in München	1859	Juni 30.
-	*Konrad Gislason* in Kopenhagen	1854	März 2.
-	Graf *Giambattista Carlo Giuliari* in Verona	1867	April 11.
-	*Aureliano Fernandez Guerra y Orbe* in Madrid	1861	Mai 30.
-	*Friedrich Wilhelm Karl Hegel* in Erlangen	1876	April 6.
-	*Emil Heitz* in Strassburg	1871	Juli 20.
-	*Théophile Homolle* in Paris	1887	Nov. 17.
-	*Paul Hunfalvy* in Pesth	1873	Febr. 13.
-	*Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879	Juni 19.
-	*Vatroslav Jagić* in Wien	1880	Dec. 16.
-	*Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Heinrich Keil* in Halle	1882	Juni 15.
-	*Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec. 16.
-	*Ulrich Koehler* in Berlin	1870	Nov. 3.
-	*Sigismund Wilhelm Koelle* in London	1855	Mai 10.
-	*Stephanos Kumanudes* in Athen	1870	Nov. 3.
-	*Konrad Leemans* in Leiden	1844	Mai 9.
-	*Giacomo Lumbroso* in Neapel	1874	Nov. 3.
-	*Giulio Minervini* in Neapel	1852	Juni 17.
-	*Ludvig Müller* in Kopenhagen	1866	Juli 26.
-	*Max Müller* in Oxford	1865	Jan. 12.
-	*August Nauck* in St. Petersburg	1861	Mai 30.
-	*Charles Newton* in London	1861	Jan. 31.
-	*Theodor Nöldeke* in Strassburg	1878	Febr. 14.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Julius Oppert* in Paris	1862	März 13.
- *Gaston Paris* in Paris	1882	April 20.
- *Georges Perrot* in Paris	1884	Juli 24.
- *Karl von Prantl* in München	1874	Febr. 12.
- *Rizo Rangabé* in Athen	1851	April 10.
- *Félix Ravaisson* in Paris	1847	Juni 10.
- *Ernest Renan* in Paris	1859	Juni 30.
- *Georg Rosen* in Detmold	1858	März 25.
- *Rudolph Roth* in Tübingen	1861	Jan. 31.
- *Eugène de Rozière* in Paris	1864	Febr. 11.
- *Hermann Sauppe* in Göttingen	1861	Jan. 31.
- *Theodor Sickel* in Wien	1876	April 6.
- *Christoph Sigwart* in Tübingen	1885	Jan. 29.
- *Friedrich Spiegel* in Erlangen	1862	März 13.
- *Aloys Sprenger* in Bern	1858	März 25.
- *William Stubbs* in Chester	1882	März 30.
- *Théodore Hersant de la Villemarqué* in Paris	1851	April 10.
- *Louis Vivien de Saint-Martin* in Paris	1867	April 11.
- *Matthias de Vries* in Leiden	1861	Jan. 31.
- *William Waddington* in Paris	1866	Febr. 15.
- *William Dwight Whitney* in New Haven	1873	Febr. 13.
- *Friedrich Wieseler* in Göttingen	1879	Febr. 27.
- *Jean-Joseph-Marie-Antoine de Witte* in Paris	1845	Febr. 27.
- *William Wright* in Cambridge	1868	Nov. 5.
- *Ferdinand Wüstenfeld* in Göttingen	1879	Febr. 27.
- *K. E. Zachariae von Lingenthal* in Grosskmehlen	1866	Juli 26.
- *Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887	Febr. 10.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER.

Hr. Dr. *Auwers*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW.
- - *Beyrich*, Prof., Geh. Bergrath, Französischestr. 29. W.
- - *von Bezold*, Professor, Lützowstr. 72. W.
- - *E. du Bois-Reymond*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Neue Wilhelmstr. 15. NW.
- - *Bonitz*, Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Genthinerstr. 15. W.
- - *Brunner*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W.
- - *Conze*, Professor, Charlottenburg, Fasanenstr. 3.
- - *Curtius*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Diels*, Professor, Lützowstr. 83. W.
- - *Dillmann*, Professor, Schillstr. 11a. W.
- - *Dilthey*, Professor, Burggrafenstr. 4. W.
- - *Ewald*, Matthäikirchstr. 28. W.
- - *Fuchs*, Professor, Kleinbeerenstr. 1. SW.
- - *von Helmholtz*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Neue Wilhelmstr. 16. NW.
- - *Hirschfeld*, Professor, Charlottenburg, Hardenbergstr. 8.
- - *Hofmann*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Dorotheenstr. 10. NW.
- - *Kiepert*, Professor, Lindenstr. 11. SW.
- - *Kirchhoff*, Professor, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Klein*, Professor, Am Karlsbad 2. W.
- - *Kronecker*, Professor, Bellevuestr. 13. W.
- - *Kummer*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Schönebergerstr. 10. SW.
- - *Landolt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königgrätzerstr. 123b. W.
- - *Lehmann*, Professor, Kronprinzen-Ufer 22. NW.
- - *Mommsen*, Professor, Charlottenburg, Marchstr. 6.
- - *H. Munk*, Professor, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Pernice*, Professor, Genthinerstr. 13. W.
- - *Pringsheim*, Professor, Königin-Augustastr. 49. W.
- - *Rammelsberg*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Schönebergerstr. 10. SW.
- - *Roth*, Professor, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Sachau*, Professor, Wormserstr. 2. W.
- - *Schmidt*, Professor, Lützower Ufer 24. W.
- - *Schmoller*, Professor, Lutherstr. 15. 16. W.
- - *Schott*, Professor, Halleschestr. 12. SW.
- - *Schrader*, Professor, Kronprinzen-Ufer 20. NW.
- - *Schulze*, Professor, Schellingstr. 9. W.
- - *Schwendener*, Professor, Matthäikirchstr. 28. W.
- - *Siemens*, Geh. Regierungs-Rath, Markgrafenstr. 94. SW., Charlottenburg, Berlinerstr. 36.

Hr. Dr. *von Sybel*, Prof., Wirkl. Geh. Ober-Reg. Rath, Hohenzollernstr. 6. W.
- - *Tobler*, Professor, Schillstr. 11. W.
- - *Vahlen*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W.
- - *Virchow*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Schellingstr. 10. W.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W.
- - *Wattenbach*, Professor, Corneliusstr. 5. W.
- - *Weber*, Professor, Ritterstr. 56. S.
- - *Weierstraſs*, Professor, Friedrich-Wilhelmstr. 14. W.
- - *Weizsäcker*, Professor, Blumeshof 13. W.
- - *Zeller*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Magdeburgerstr. 4. W.

1888.

I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

12. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Tobler theilte mit vermischte Beiträge zur französischen Grammatik.

Dieselben werden später veröffentlicht werden.

2. Hr. Kirchhoff legte vor neugefundene Inschriften von der Akropolis zu Athen in Abschriften des Hrn. Dr. Lolling.

3. Hr. Schrader legte vor eine Mittheilung des Hrn. Ludwig Borchardt in Berlin über ein babylonisches Grundrissfragment des hiesigen königlichen Museums.

4. Hr. Schulze legte vor von Hrn. Dr. O. Boettger in Frankfurt a. M. das Verzeichniss der von Hrn. von Oertzen aus Griechenland und aus Kleinasien mitgebrachten Batrachier und Reptilien.

5. Hr. Weber las über alt-irânische Sternnamen.

Die Mittheilungen 2., 3., 4. werden in späteren Berichten erscheinen, die 5. folgt umstehend.

6. Hr. Wattenbach überreichte die neuen Publicationen der Monumenta Germaniae: 1. von der Serie Scriptores in Fol. vol. XXVIII; — 2. von der Serie Scriptores antiquissimi: Apollinaris Sidonii Opera; — 3. von der Serie Epistolae; Tomi I. pars prior (Gregorii I. papae Registri lib. I—IV).

Über alt-irânische Sternnamen.

Von Albr. Weber.

Die Frage über das Alter etc. der Mondstationen hat seit längerer Zeit geruht. Insbesondere haben sich aus den Forschungen der Assyriologen[1], resp. aus semitischer Quelle[2], leider noch immer keine weiteren Daten dafür herausgestellt, welche zur Geschichte dieser lunaren Himmelstheilung irgend welchen Beitrag geliefert hätten. Die einzige Ausnahme in dieser Beziehung machen die, wenn auch nicht auf semitischem Boden erwachsenen, so doch in einer semitischen Sprache überlieferten Angaben, welche sich in Albîrûnî's »Chronologie orientalischer Völker« ed. Sachau (Leipzig 1878) p. 240, s. resp. die englische Übersetzung Sachau's (London 1879) p. 227. 228, über die Namen der Mondstationen in Soghd und Khwârizm (der Heimath Albîrûnî's) vorfinden. Ich habe auf dieselben, und speciell darauf, dass uns darin die kṛittikâ-Reihe, resp. ein Taurus-Zodiacus, vorliegt, schon in der Jenaer Allg. Lit. Z. 1877 p. 211 (Ind. Streifen 3, 505. 506; s. auch Nachtrag zu mein. Vorl. über ind. Lit. G.[2] p. 12. und Sachau selbst Übers. p. 426. 427) aufmerksam gemacht; es scheint mir aber an der Zeit, darauf einmal specieller einzugehen. Ich lasse daher hier zunächst die betreffenden Angaben selbst, unter Hinzufügung der Namen der nakshatra und der chortak (Bundehesh cap. 2) folgen:

[1] Sir Henry Rawlinson's im Januar 1865 ausgesprochene Hoffnung, es werde ihm gelingen, »an explanation of the original solar zodiac, and possibly some evidence as to their [der Babylonier] invention of the lunar zodiac or mansions of the moon« zu gewinnen, s. Indische Studien 10, 218 (1866), ist bis jetzt noch nicht erfüllt worden.

[2] zu den wichtigen Angaben bei Steinschneider in ZDMG. 18, 154. 197. 198 (1864), wonach theils eine Münchener hebraeische Handschrift, theils die arabische Quelle, welche Bonatti (»nach 1281« ib. p. 190) benutzte, die zwischen der kṛittikâ- und der açvinî-Reihe in der Mitte liegende mit bharaṇî (bei Bonatti: albarain) beginnende Reihe kennen (s. Ind. Stud. 9, 431. 1865), hat sich, meines Wissens, noch kein weiterer directer Beleg gefunden.

	manzil	nakshatra	chortak	Soghd	Khwârizm
1 (3)[1]	Thurayyâ	krittikâ	parvîz [1](3)	پروی	ebenso
2 (4)	Dabarân	rohiṇî	parwiz (4)	بابرو	ebenso
3 (5)	Haqʿah	mṛigaçiras	paha (5)	مرازنه	اخماه
4 (6)	Hanʿah	ârdrâ	avêçr (6)	رشنوند	خویا
5 (7)	Dhirâʿ	punarvasu	bèshn (7)	غثف	غوثف[2]
6 (8)	Nathrah	pushya	raqat (8)	غنب	جیری
7 (9)	Ṭarf	âçleshâ	taraha (9)	خمشربش	خمشیش
8 (10)	Jabhah	maghâ	avral (10)	مغ	اجیر[3]
9 (11)	Zubrah	pûrvaphâlguṇî	nahn (11)	وذه[4]	امغ
10 (12)	Ṣarfah	uttaraphâlguṇî	miian (12)	وبذو	ویذیو
11 (13)	ʾAuwâ	hasta	avdem (13)	فستنشن[5]	افسست[6]
12 (14)	Simâk	citrâ	mâshâha (14)	شغار	اخشفرن
13 (15)	Ghafr	svâti	çpnr (çpur) (15)	سرو	شوشک
14 (16)	Zubâniyân	viçâkhâ	huçru (16)	فسرو	سرافسریو
15 (17)	Iqlîl	anurâdhâ	çrob (17)	غنوند	اغنوند
16 (18)	Qalb	jyeshṭhâ	nur (18)	بغنوند	ebenso
17 (19)	Shûlah	mûla	gel (19)	مغی سدویس	ذاریند
18 (20)	Naʿâim	pûrvâshâḍhâ	grafsa (20)	بستم	سرذیو
19 (21)	Baldah	uttarâshâḍhâ	varañt (21)	وززیک[7]	مرخشیک
20 (22)	Saʿd al Dhâbih	abhijit	gâo (22)	ونند	خچمن[8]
21 (23)	Saʿd al Bulaʿ	çravaṇa	goi (23)	یورغ	ebenso
22 (24)	Saʿd al Suʿûd	çravishṭhâ	muru (24)	شدمشیر[9]	سدمسیج
23 (25)	Saʿd al Akhbiyah	çatabhishaj	bunda (25)	شوشن	مشتوند
24 (26)	Fargh al muqaddam	pûrvaproshṭhapada	kahter (26)	فرشن بات	فرخشبیث
25 (27)	Fargh al muwakhahar	uttaraproshṭhapada	vaht (27)	برفرشت	ویبر
26 (28)	Baṭn al Ḥût	revatî	miyânkaht (28)	ریوند	ژداذ
27 (1)	Sharṭân	açvinî	padêwar (1)	بشیش	ریوند
28 (2)	Buṭain	bharaṇî	pês (2)	برو	فرخند

[1] die Zahl in Klammern markirt die Stelle, welche das Gestirn in der Aufzählung der menâzil, resp. chortak (= açvinî-Reihe) einnimmt. [2] oder غوسف. [3] oder اجیر. [4] وذ. [5] نششن. [6] افسست. [7] وزرتک. [8] خجمق. [9] سدمشر.

Vergleichen wir nun in diesen höchst eigenthümlichen, fremdartigen Namenlisten zunächst die Namen in Soghd und Khwârizm unter einander, so finden wir volle Übereinstimmung nur bei 1. 2. 16 und 21: mehr oder weniger übereinstimmend sind die Namen bei 5. 7. 10. 11. 14. 15. 19(?) 22. 24 resp. bei Soghd 8 Khw. 9, und bei Soghd 26 Khw. 27: die übrigen Namen aber differiren erheblich.

Mit den Namen der chortak im Bundehesh sodann findet nur bei 1 پروِق Bund. parvìz sichere Übereinstimmung statt; eventualiter auch bei 2. falls nämlich auch da, wie ich vermuthen möchte, statt ببرِو vielmehr wiederum (analog wie im Bund.) پروِق zu lesen sein sollte[1]. Einen gewissen Anklang sodann finden wir bei 13 سرو zu Bund. 15 çrob, bei 14 فسرو zu Bund. huçru, und bei 20 وِنند zu Bund. 19 varant. Endlich möchte ich auch 21 بيوغ mit Bundeh. goi (rückwärts gelesen) in Bezug setzen.

Sicher irânisch sodann erscheinen die Namen 10 ويذيو vîdaêva, Soghd 17 سدويس çatavaêça (s. im Verlauf), und Khw. 18 سرذيو çaradaêva (?).

Von ganz besonderem Interesse ist nun aber, dass wir unter diesen Namen aus Soghd und Khwârizm auch einige entschieden indische, vermuthlich durch buddhistischen Einfluss vermittelte[2], Namen vorfinden, nämlich: 8 (resp. 9) مغ maghâ, 15 غنوند anurâdhâ (?), 24 und 25 فرشتبات proshṭhapada, 26 (resp. 27) ريوند revatî, und 28 برو bharaṇî (?). Und zwar zeigen 24. 25 hierbei diejenige alterthümliche Namensform, welche der kṛittikâ-Reihe angehört (in der açvinî-Reihe heisst der Name: bhadrapadâs). Es ist somit nicht nur der Beginn dieser Listen bei Albîrûnî mit den Thurayyâ, kṛittikâs, ηTauri, eine alterthümliche[3], sondern eben auch in diesen Namensformen (bei 24. 25) ein durchaus archaistisches Moment

---

[1] über den eigenthümlichen Umstand, dass hier, und in einigen anderen Fällen, die chortak-Reihe einen Doppel-Namen zeigt, während die nakshatra-Liste nichts der Art hat, s. Naksh. 1, 329.

[2] das Gleiche würde dann natürlich auch für den Beginn der Liste mit kṛittikâ ebenfalls gelten, derselbe auf indischen Einfluss zurückzuführen sein! Dafür spricht ja denn wohl auch der Umstand, dass uns die kṛittikâ-Reihe hier nicht mehr mit 27, sondern bereits mit 28 Gliedern (abhijit inclusive) entgegentritt.

[3] eine directe Erinnerung an den Taurus-Zodiacus scheint sich ja noch bis in ganz moderner Zeit hinein in Irân erhalten zu haben. In der G-Recension nämlich des neuerdings von mir edirten Pârasî-prakâça des Kṛishṇadâsa (aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts) wird gacdûm, d. i. Scorpius, als Name für âkâça Himmel aufgeführt, was allem Anschein nach (s. ibid. p. 19. 98) nur so erklärt werden kann, dass dadurch eine mit Scorpius als Herbstaequinoctial-Zeichen beginnende Himmelstheilung indicirt ist; Scorpius aber in dieser Stellung entspricht dem Taurus als Frühlingsaequinoctial-Zeichen, nicht dem Aries, dem in dieser Beziehung Libra gegenübersteht. — Nach einer mündlichen Mittheilung Palgrave's (10. Dec. 1864) beginnen die Beduinen im nördlichen Arabien noch jetzt das Jahr mit dem Vollmond in den Plejaden (kṛittikâs), freilich im September (Tût).

erhalten, und es führen uns somit seine Angaben unbedingt darauf hin[1], dass es auch in Irân in der Geschichte und Entwickelung der Mondstationen-Ordnung etc. mannichfache Stufen gegeben hat.

Und so entsteht denn der Wunsch zu sehen, ob sich nicht etwa auch im Avesta bereits eine Spur derselben finden lässt. In der That meine ich eine solche gefunden zu haben. In dem Tistar Yesht nämlich wird in §. 12 neben und nach dem Tistrya und seinen weiblichen Genossinnen den Tistryêni[2] ein Stern Namens Paoirya »der erste« nebst seinen weiblichen Genossinnen den Paoiryêni[2] erwähnt, und dieseBedeutung des Namens Paoirya führt von selbst dahin, darin einen Stern zu erkennen, der an der Spitze einer bestimmten Himmelstheilung, als erstes Glied derselben, stand.

Da liegt es denn nun aber ferner sehr nahe, diesen Namen Paoirya direct in dem پروی parvî, dem ersten Gliede der obigen Listen wiederzufinden, und in diesem parvi somit nicht eine Verstümmelung aus dem parviz (Nos. 1. 2) des Bundehesh, sondern in Letzterem vielmehr eine secundäre volksetymologische Weiterbildung (پرویز, siegreich) aus Ersterem zu erkennen. Ich habe denn weiter auch schon in meiner Abh. über die Nakshatra 1, 129 (1860) darauf hingewiesen, dass dem Haft-Qolzum zufolge das Wort پرویز auch zur Bezeichnung des sonst پروین genannten Gestirns, der Plejaden (krittikâs) nämlich, gebraucht werde, und daraus daselbst bereits auch noch den Schluss gezogen, dass die chortak-Reihe im Bundehesh, wo parviz an dritter Stelle steht, der açvinî-Reihe der Nakshatra entspricht; s. auch West Übers. des Bundehesh p. 11 (1880). Weiter aber bin ich damals nicht gekommen, habe den paoirya des Avesta nicht herangezogen. Westergaard's Ausgabe der Yeshts war schon erschienen (1854), aber Spiegel's Übersetzung (1863) und Justi's Wörterbuch (1864) fehlten noch. Es gebührt Paul de Lagarde das Verdienst, in seinen »Beiträgen zur altbaktrischen Lexikographie« (1868) p. 56 zuerst demselben zu seinem Rechte verholfen zu haben, indem er daselbst das Wort پروین direct auf den Namen seiner weiblichen Genossinnen, der Paoiryêni, zurückführt[3], und als aus Pawriin umgesetzt, resp. zusammengezogen bezeichnet. Allerdings, ohne seinerseits dabei die aus dieser seiner Erklärung sich er-

[1] ob auch andererseits (s. N. 1 auf S. 5) gerade die hierbei vorliegende Beziehung auf Indien zunächst entschieden gegen die Annahme eintritt, dass es sich bei Albîrûnî's Listen um ursprünglich irânisches, resp. von Irân aus selbständig aus Babylon entlehntes Gut handelt.

[2] gebildet wie Çarva Çarvâṇî, Indra Indrâṇî etc.

[3] »so wird denn die Paoiryêni, welche yt 8, 12 den Tistrya begleitet [statt dieses Singulars sollte allerdings der Plural stehen, indessen darauf kommt es hier zunächst gar nicht an] nichts anderes sein, als Parvin, das Regengestirn der Plejaden«.

gebenden wichtigeren Consequenzen zu ziehen! Wenn nämlich zwar bei dem Namen پروین selbst, sowohl wie bei der Verwendung des entsprechenden parviz im Bundehesh (nb. in dritter Stelle), keinerlei Erinnerung mehr an die ursprüngliche Bedeutung des Wortes, resp. an die Stellung des damit bezeichneten Gestirns, als »erstes« an der Spitze einer Himmelstheilung, durchschimmert, so ist dies doch zweifellos die Bedeutung des Wortes paoirya bei seiner ersten Verwendung als Name des Plejaden-Gestirns gewesen, und wird uns somit für die Zeit der Entstehung dieses Namens die Existenz einer solchen Himmelstheilung, d. i. die Existenz der dem Taurus-Zodiacus entsprechenden kṛittikâ-Reihe der Mondstationen, eo ipso garantirt.

Ob wir nun freilich hiermit in eine Zeit hinaufgeführt werden, welche über die Möglichkeit indischen (buddhistischen) Einflusses, der bei Albîrûnî's Angaben klar vorliegt, zurückreicht, ob uns resp. hierdurch ein Zeugniss für eine vorhergehend, in wirklich alt-irânische Zeit reichende Existenz diese Form der Mondstationen-Reihe geboten wird, das ist eine Frage, die bei der annoch gänzlich unsicheren Abfassungszeit der Tistar Yesht einstweilen noch nicht zu entscheiden ist.

Jedenfalls aber passt zu dem von de Lagarde gefundenen Aufschluss über Paoirya, resp. über seine Genossinnen die Paoiryênì als identisch mit dem Regengestirn der Plejaden, ganz vortrefflich, was uns über den mit Beiden in directer Verbindung stehenden Tistrya in dem Diesem speciell gewidmeten Yesht berichtet wird, und es giebt uns dies denn hier den Anlass theils diese dortigen Daten über Tistrya selbst, theils das über anderweite mit ihm ibid. noch in Bezug gesetzte Sterne Ausgesagte wie folgt übersichtlich zu gruppiren.

Es ergiebt sich daraus für Tistrya selbst zunächst, dass er als ein Schutzgeist der Fruchtbarkeit und Feuchtigkeit galt (Neriosengh nennt ihn geradezu: vṛishṭinakshatram), der einen dreissigtägigen Kampf mit dem Genius der Dürre, Apaosha, zu bestehen hat, welcher mit dessen Besiegung durch ihn endet. Tistrya erscheint hierbei in dreifacher Gestalt, in den ersten zehn Tagen in der eines fünfzehnjährigen Jünglings von dem Alter, wo der Mann[1] zuerst zeugungskräftig wird[2], ihm die Kraft kommt[3], und ihn Unternehmungsgeist erfasst[4], in den folgenden zehn Tagen in der eines Stiers mit gol-

[1] Accusativi!

[2] avi-yâo, coiens, $\sqrt{}$yâ.

[3] avi-amô.

[4] ? gerader Sinn, erezush-âman; âman $\sqrt{}$an (= animus?).

denen Klauen (Hufen), in den letzten zehn Tagen in der eines rothen Rosses mit goldener Schabracke[1]. Der Siegespreis ist die Gewinnung der fruchtbaren Gewässer für die ârischen Lande.[2]

Landschaftlich modificirt entspricht dieser Darstellung ziemlich genau die Jahreszeit, welche die Griechen ὀπώρα nennen, die dreissig Tage nämlich vom 24. Juli bis zum 24. August, von dem Aufgange des Hundssternes bis zu dem des Arkturos. Es ist dies die Zeit, wo alle Früchte reifen, und das Wort bedeutet daher zugleich auch die kräftigste blühendste Jugendzeit, speciell die Zeit der erlangten Mannbarkeit. — Auch in Aegypten war der Frühaufgang des Hundssternes (Sothis), des hellsten Sternes am aegyptischen Himmel, nach der Sommersonnenwende das Zeichen, welches das Eintreten der Nilüberschwemmung, die neue Vertheilung der Gewässer, die neue Befruchtung des Landes bez. den Beginn des neuen Jahres markirte[3].

Liegt es hiernach nahe, den Tistrya auf Grund dieser Übereinstimmungen allein schon mit dem Hundsstern zu identificiren, so kommt dazu noch, was Plutarch, s. Windishmann zoroastr. Studien p. 280 (1863) von der hohen Stellung berichtet, welche Oromazes dem Seirios gegeben habe, auf Grund wovon eben auch sowohl Windishmann selbst (p. 283), wie Spiegel (Khorda Av. Übers. p. XXII). Justi (im Wörterbuch) und Geldner (Kuhn's Z. 25, 465) den Tistrya mit dem Sirius identificirt haben.

---

[1] Halfter? — Apaosha erscheint in Gestalt eines dunklen, kahlen Rosses. — Über die beiden Rosse des Ti. und des Ap. s. die Lucubrationen von Piétrement in der Revue de Linguistique 13, 310 fg.

[2] der §. 23 des Tistar Yesht ist nach der Parallele von §. 29 só aufzufassen: Vernichtung (çâdra, caedes √çad cadere, Caus. caedere) und Verderben ruft auf sich nieder (d. i. verkündet wehklagend von sich) Ti. (indem er ruft): »Vernichtung mir, o Ahura Mazda, Verderben, o ihr Wasser und Pflanzen! ist zu Theil geworden, o mazdayaçnisches Gesetz!« (daênê zu lesen, mit Westergaard). — Die von Roth in ZDMG 34, 717 (1880) und von Geldner in Kuhn's Z. 25, 477 (1881, Datum: Mai 1880) gegebene Erklärung von: açpôçtaoyêhîs in §. 5 und 41, als Beiname der apãm khâo, sowie der Arme der Ardvî çûrâ im Abân Yesht §. 7, durch: zunehmend stärker, also nicht von: açpa Ross, sondern von: √çu, çvâ, mit Praepos. â: »durch Anschwellen breiter werdend, kräftig schwellend«, wird auch durch vedische Analogien gestützt, durch Stellen nämlich, in denen das Wort açva, Ross, zwar direct überliefert ist, sich aber entschieden als irrig, und zwar als in ganz ähnlicher Weise zu zu zerlegen ergiebt. Für Rik 2, 34, 6 hat nämlich schon das Petersburger Wörterbuch (5, 1081) die Textlesart: áçvâm (iva pipyatha dhenúm û'dhani) in: asv̀am, Accusativ von asû, »die noch nicht geboren hat«, d. i. Jungfrau, Mädchen oder: zum ersten Male schwanger (cf. zd. aputhri, aputhrya), geändert. Und ganz ebenso ist auch Rik 3, 1, 4 statt: çiçuṃ ná jâtán abhỳ ârur áçvâ devâ'so.. statt: áçvâ vielmehr zu lesen: asv̀o, »die Götter liefen zu dem wundersamen Agni bei seiner Geburt (neugierig) hinzu, wie die jungen Mädchen zu einem neugebornen Kinde«.

[3] bemerkenswerth ist, beiläufig, auch die Übereinstimmung der fünf gâthâ-Tage am Schluss des Jahres im Avesta mit den fünf Epagomenen der Aegypter.

Ausser jenen eingehenden Angaben über die Thätigkeit des Tistrya enthält nun aber der ihm gewidmete Yesht eben auch noch anderweite bedeutsame Data über ihn bez. über mit ihm in Beziehung stehende andere Sterne.

Zunächst nämlich schliessen sich in § 12 an jene oben erwähnten an ihn und seine weiblichen Genossinnen, die Tistryêni, so wie an Paoirya und die Paoiryèni, gerichtete Anrufung noch gleiche Anrufungen an zwei weitere mit ihnen hiernach an Macht wohl gleichstehend zu denkende Sterne an, an die Haptò iriñga nämlich, »um zu widerstehen den Yâtu und den Pairikâ«, und an den Mazdageschaffenen Stern Vanañt.

Sodann aber wird in einem früheren Abschnitt (§ 9) der Stern Çatavaêça als Genosse des Tistrya bei der Vertheilung des Wassers über alle ârischen Länder, ja über alle sieben Karshvar, genannt. Und zwar erscheint die Thätigkeit Beider hierbei speciell zunächst an den See Vòurukasha geknüpft, womit allem Anschein nach die Landschaften am kaspischen Meer, also auch Khwârizm, die Heimath Albìrûnì's, als die Örtlichkeit gekennzeichnet werden, in welcher der Tistar Yesht selbst verfasst sein mag. Unbeschadet natürlich der etwaigen mythischen Beziehungen des Vòurukasha, die sich ihrerseits indessen ja doch eben auch wohl theilweise an das kaspische Meer anknüpfen[1].

Was denn nun zunächst im Vorstehenden die weiblichen Genossinnen des Tistrya[2] wie des Paoirya anbelangt, so ist zu bemerken, dass uns auch in Indien ähnliche Vorstellungen vorliegen. Auch dort gelten gerade die Plejaden, krittikâs, dem Çatapatha Br. 2. 1, 2, 4 zufolge, »vormals als die Gattinnen der riksha, wie man vormals die sieben rishi [d. i. den grossen Bären] nannte«[3]. Später wird speciell einer der dazu gehörigen Sterne, die Arundhatî[4], als die Gemahlinn »rishinâm«[5] genannt (Taitt. Âr. 3. 9), die dann in der weiteren Folgezeit dem Vasishṭha allein zugetheilt wird. Gelten ja

[1] wie ja doch wohl auch die mythische Rañhâ (ved. Rasâ) in der gewaltigen Wolga, der Ῥᾶ der Griechen, localisirt zu sein scheint; s. bereits de Lagarde »Ges. Abhandl.« p. 262 (1866) und Beiträge zur altbakt. Lexic. p. 62 (1868), so wie Ernst Kuhn in der Z. vgl. Sprachf. 28, 214 (1885).

[2] dieselben werden, ausser hier, nur noch im Qorshet Nyâish § 2 erwähnt, jedoch ebenso summarisch wie hier, ohne jede weitere Angabe; s. Spiegel Khorda Avesta p. 9, Commentar 2, 470.

[3] es liegt hierbei wohl die beiden Gestirnen gemeinsame Siebenzahl zu Grunde.

[4] über die Arundhatî s. Âçval. g. 1, 7, 22. Lâṭy. 3, 3, 6; — für Kâṭh. 37, 9 (jâgṛiviç ca mâ 'rundhatî co 'ttarâd gopâyetâm) ist es zweifelhaft, ob ein Stern damit gemeint ist.

[5] d. i. eben doch: saptarshîṇâm.

doch auch die nakshatra überhaupt ganz allgemein als die Gemahlinnen des Mondes, der ihnen Nacht für Nacht, der Reihe nach, beiwohnt, wenn er auch die Rohiṇî (s. ebenfalls Taitt. Âr. 3. 9) angeblich am liebsten hat[1].

Die am a. O. in Gemeinschaft mit Tistrya genannten Sterne sodann: Haptô iriñga, Vanaṅt, Çatavaêça erscheinen auch noch später in gemeinsamer Beziehung zu ihm, werden resp. im Bundehesh (Cap. 2, Windishmann zor. Stud. p. 59) mit ihm als die Regenten der vier Himmelsgegenden genannt, so zwar, dass sie der Reihe nach den Norden (Haptô Ir.), Süden (Vanaṅt), Osten (Tistrya), Westen (Çatavaêça) regieren.

Von diesen Namen nun ist Haptô iriñga noch gegenwärtig (هفتو رنگ) als Name des grossen Bären im Gebrauch[2]. Und zwar scheint die Siebenzahl zur Bezeichnung dieses Gestirnes bereits in die indogermanische Zeit zurückzugehen, da die Nomenclatur des Avesta hierbei mit der der Inder (sapta ṛishayas) und der Römer (septemtriones) zusammentrifft; von semitischer Seite liegt für die Siebenzahl in Bezug auf dieses Gestirn, so weit ich weiss, kein Beleg vor. Möglich sodann, dass auch das Wort iriñga selbst mit dem indisch-griechischen (resp. indogermanischen?) Namen des Bären: ṛiksha, ἄρκτος in Bezug steht. Letztere beiden Wörter bedeuten eigentlich nur: »glänzend, Stern« überhaupt, von √arc, leuchten, glänzen. Der grosse Bär muss eben in der Urheimath der Indogermanen eine ganz besonders wichtige Rolle gespielt haben, so dass man ihn den »Stern« κατ᾽ ἐξοχήν genannt hat[3]. Neben jener Wurzel arc mit finaler Tenuis besteht nun aber auch eine Wurzel arj mit finaler Sonan[4], die sich im Skr. auch zu raj, râj, rañj gewandelt hat und

[1] was hierbei zu Grunde liegt, ist annoch unklar.

[2] in dem bereits oben erwähnten, ja allerdings ganz modernen Pârasîprakâça wird hapht allein als Name des Bären aufgeführt. (Wir verstehen ja im Übrigen unter Siebengestirn in der Regel nicht den grossen Bären, sondern die Plejaden).

[3] ob Ṛik 2, 24, 10 unter den »ṛikshâs, die Nachts hoch (uccais) am Himmel stehen, bei Tage verschwinden« speciell an den »grossen Bären«, oder an »Sterne« überhaupt zu denken ist, muss (uccais entscheidet nichts) unentschieden bleiben; die Bedeutung: Stern, resp. speciell: Mondstation hat sich ja für ṛiksha noch bis in die astronomische Litteratur erhalten. Aber im Çatap Br. l. c. bedeutet ṛikshâs unbedingt den grossen Bären, und zwar erscheint es daselbst als eine alte, bereits verblasste Benennung desselben (»vormals nannte man die sieben ṛishi: ṛiksha«). — Über die rein volks-etymologische Auffassung des Namens: ṛiksha, ἄρκτος als »Bär« s. meine Bemn. in Kuhn's Z. 6, 320 (1857). Auch die Bedeutung kahl: (alomaka), welche ṛiksha im Skr. hat, geht wohl auf die Grundbedeutung: glänzend, nackt, bloss zurück.

[4] mit einer etwas milderen Bedeutung, wie dies bei dem Wechsel von Tenuis und Sonans im Auslaut, auch anderweit im Skr. üblich ist; arc wird vom Feuer und von der Sonne, arj vom Glanze des Silbers und des Mondes (rajani, die silberne Mondnacht) gebraucht.

an die sich auch np. رَنْگ, اَرَنْگ Farbe, skr. rañga, direct anschliesst. Es könnte somit iriñga in der That, ob auch durch ein anderes Affix gebildet, doch event. mit ṛiksha stammverwandt sein.

Es ist im Übrigen auch dies Wort ṛiksha (ἄρκτος) selbst, und zwar, wie mir scheint, gerade in einer seiner ursprünglichen Bedeutung: glänzender Stern nahe kommenden Verwendung, auch in Avesta nachweisbar. Im Eingange des Tistar Yesht nämlich (§ 6) wird Tistrya wie folgt beschrieben: »der da rasch dahin fährt nach dem See Vôurukasha, wie ein geistig belebter[1] Pfeil, den da abschoss der rasche Pfeile habende Erekhsha, der die raschesten Pfeile schleudert, der beste Freund (? airyanãm airyô), von dem Berge Kshaotha[2] hin zu dem Berge Qanvant«[3]. Unter diesem trefflichen Pfeilschützen Erekhsha, s. Nöldeke i. ZDMG 35, 445 (1881) und Spiegel »die arische Periode« p. 278 (1887), von dem auch die spätere persische Sage noch unter dem Namen Ârish zu handeln scheint, der da Pfeile entsendet, mit denen Tistrya verglichen wird, kann doch wohl nur ein noch gewaltigeres Gestirn, als dieser selbst ist, verstanden sein? ob also etwa eben der Ἄρκτος? — Sollte nicht vielleicht diese personificirte Verwendung des Wortes gerade Anlass dazu geworden sein, dass es seine Verwendung als Name des Gestirnes selbst einbüsst? gerade wie wir ja auch bei den Indern sehen, dass es, sogar zur Zeit des Çat. Br. schon, nur vormals Letzteres bedeutete[4].

Den Stern Vanañt finden wir in der obigen Liste bei Albîrûnî, unter Nr. 20 (Soghd, cf. Sachau Übers. p. 427), als Bezeichung für abhijit vor, während im Bundehesh die nächst vorhergehende Station (Nr. 19) zwar nicht Vanañt, wohl aber Vaṙañt heisst. Bei der Angabe Albîrûnî's ist man versucht an einen Zusammenhang der Bedeutung mit den indischen Namen zu denken, da Vanañt etymol.: der Schlagende, Tödtende bedeutet, während abhijit: siegreich.

Der Name çatavaêça »hundert Wohnungen habend« erinnert durch sein erstes Glied an den Namen der indischen Station: çatabhishaj (Nr. 23 der kṛittikâ-Reihe, λ Aquarii). Die Zahl hundert könnte event. eben an die Thätigkeit des Gestirns für die Vertheilung der Gewässer, in der er mit Tistrya (von ihm wohl durch ein

[1] eig.: Geist-Willen habend; »dem Willen folgend« Geldner.

[2] dem wallenden fluthenden Abendhimmel, Westen, dem astagiri der Inder?

[3] dem leuchtenden Morgenhimmel, Osten, dem udayagiri der Inder? — Und zwar kann diese Ortsbestimmung entweder auf den Schuss gehen, oder auf den Beisatz airyanãn airyo, etwa: »der beste Freund zwischen Westen und Osten«, oder »Osten und Westen«, wenn man etwa den Berg Kshaotha als den Morgenhimmel, den Berg Qanvañt als den Abendhimmel fassen will, was ebenso gut geht.

[4] auf die indischen Träger des Namens Ṛiksha möchte ich hierbei kein irgend welches Gewicht mehr legen, da sie erst sehr secundär auftreten.

Halbjahr getrennt?) wetteifert, bezogen werden. Dass der Stern sich bei Albîrûnî in Nr. 17 (Soghd) in der Form سدويس (مغن) als Name des naksh. mûla vorfindet, hat Sachau am a. O. bereits bemerkt.

Wir kommen nunmehr zu dem Namen: Tistrya selbst zurück, von dessen Träger wir im Obigen speciell ausgegangen sind. Wie dieser Name in der secundär daraus entwickelten, modernen Form: Tîr kaum noch erkennbar ist, so erscheint auch seine eigene Herkunft selbst annoch nicht klargestellt. Es liegt indessen nahe genug, ihn trotz des verschiedenen Affixes mit dem vedischen Sternnamen tishya zu vergleichen. Von diesem tishya heisst es in einem Liede des Çyâvâçva Âtreya (Rik 5, 54, 13)[1], dass er vom Himmel nicht weiche, und in einem Liede des Gaya Plâta (Rik 10, 64, 8) wird er nebst den »dreimal sieben Strömen, den Gewässern, dem agni, dem kriçânu[2], den Schützen (Plural)«, welche vor ihm stehen, und nebst Rudra, welcher nach ihm genannt wird, zum Versammlungsorte (sadhastha, d. i. Opfer) geladen. Sâyana erklärt das Wort das erste Mal durch Sonne (âditya), das zweite Mal durch: nakshatra, wobei er denn wohl die Mondstation dieses Namens im Auge hat. Ich habe indessen bereits in meiner Abh. über die Nakshatra 2, 290 (1861) ausgeführt, dass an den unscheinbaren Stern (δ γ ϑ Cancri), welcher uns in dieser Function, zunächst unter dem Namen: tishya, und dann weiter unter den Namen: sidhya und: pushya, überliefert wird, hier füglich nicht gedacht werden kann, vielmehr es sich bei Çyâvâçva um einen ganz besonders hervorleuchtenden Stern handeln müsse, der wegen seiner unverrückbaren Stellung am Himmel, ähnlich wie der Polarstern, sprüchwörtlich als ein Symbol der Festigkeit und Dauer gelten konnte, während er bei Gaya Plâta wegen seiner Stellung nach dem (Bogenbewehrten) Kriçânu und »den Schützen (Plur.)«, resp. vor dem ebenfalls ja so ganz speciell als mit Pfeil und Bogen ausgerüstet gedachten Rudra[3], doch wohl eben auch als ein am Himmel fungirender Schütze, resp. event. als ein mächtiges, strahlenschiessendes Ge-

[1] ich möchte bei dieser Gelegenheit gegen die fortlaufende Zählung der Rik-Lieder bei Citaten meinen Einspruch erheben. Zur Beurtheilung einer Stelle daraus kommt sehr viel darauf an, in welchem mandala sie steht; auch die traditionelle Überlieferung über den Verfasser ist nicht ohne Bedeutung hierfür, jedenfalls nicht ohne Weiteres mit Stillschweigen zu übergehen. Für rein praktische Zwecke ist die fortlaufende Zählung ja ganz bequem; überall da aber, wo aus einer Stelle etwas Bestimmtes geschlossen werden soll, ist die durch die Tradition indicirte individuelle Färbung derselben nicht zu entbehren, resp. nicht zu übergehen.

[2] dem Pfeilschützen und Wächter des himmlischen soma, den ich schon vor langer Zeit mit dem von Haoma bekämpften Kereçâni (Yç. 9) in Bezug gebracht habe, s. Ind. Stud. 2, 314. Ind. Streifen 2, 429.

[3] mit dem er in den Brâhmana geradezu identificirt wird (rudro vai tishyah), freilich an Stellen, wo es sich speciell um das nakshatram dieses Namens handelt.

stirn aufzufassen sei[1]. In dieser letzten Richtung tritt zu der anscheinenden wurzelhaften Beziehung zwischen den Namen tishya und tistrya auch noch die oben berührte Angabe des Tistar Yesht hinzu, die den Tistrya als einen raschen Pfeil bezeichnet. — Als gemeinschaftlicher Stamm für die beiden Wörter bietet sich resp. die sonst allerdings nur mit der den beiden ârischen Sprachen nach anlautendem Dental speciell eigenthümlichen Einschiebung eines *r*[2] vorliegende vedische Wurzel tvish flimmern, funkeln dar. Es würde bei ihr somit event. die Einschiebung dieses *r* noch nicht in ârischer, sondern erst in vedischer Zeit stattgefunden haben, ähnlich wie umgekehrt √tark sorquere sich erst resp. nur auf irânischem Boden zu thwareç entwickelt hat. Wenn denn nun auch freilich für die Identität der Sterne, welche tistrya resp. tishya genannt werden, aus dieser eventuellen Abstammung ihrer Namen aus gleicher Wurzel, bei der Verschiedenheit der Affixe kein wirklicher Schluss zu ziehen ist, so stimmen doch die Angabe des Ṛik über den einen und die des Avesta über den andern Stern so weit zusammen, dass immerhin wohl auch an die Möglichkeit der wirklichen Identität beider Sterne gedacht werden kann. — Wie es nun dann im weiteren Verlaufe gekommen sein mag, dass der Name des mächtigen Sterns Tishya auf den unbedeutenden Stern überging, welcher für die Mondstation dieses Namens überliefert wird (factisch hat der Tishya in Indien, ausser etwa zur Zeit des Çyâvâçva, nie eine besondere Rolle gespielt[3]), das entzieht sich unserem Erkennen. Ganz ähnlich jedoch scheint es ja auch mit den Gemini zu stehen, welche, meiner Vermuthung nach, s. Ind. Studien 5, 234. 266 (1861) durch den Wechsel der Sitze des Volkes ebenfalls entthront worden sind, und ihre Namen: açvinau secundâ an ein

---

[1] das Wort stṛi, Stern, ist eben eigentlich wohl: ástṛi, Schütze und event. letzteres Wort bei Gaya Plâta geradezu mit: Stern, nicht: mit: Schütze zu übersetzen? cf. gr. ἀστήρ, ἄστρον, lat. astrum. — In târâ ist das anlautende *s* abgefallen. — Da die 27 nakshatra in dem bekannten Verse des Vâjapeya-Opfers (Vs. 9, 7) geradezu Gandharva genannt sind, so liegt es im Übrigen nicht fern, auch unter dem den soma bewachenden gandharva: Kṛiçânu einen Stern zu vermuthen, der etwa als Genius der Magerkeit und Dürre galt, resp. den himmlischen soma am Himmel festzuhalten, und das Entweichen desselben vom Himmel, das Herabträufeln der himmlischen Feuchtigkeit zur Erde hinab, zu verhindern hatte.

[2] die europäischen Glieder des indogermanischen Sprachstammes lieben diese Einschiebung nach anlautendem Guttural, nicht nach anlautendem Dental, haben dagegen nach diesem häufig die Einschiebung eines *i*, resp. *y* (Zetacismus), während die beiden ârischen Sprachen diese letztere ihrerseits nach Gutturalen vorzunehmen lieben, wodurch dieselben dann resp. palatalisirt werden.

[3] auffällig ist, beiläufig bemerkt, die ganz besondere Verwendung, die das Wort bei den Buddhisten als nomen proprium gefunden hat.

ganz anderes, viel geringeres Sternbild, die açvinî, βγ Arietis, abgegeben haben[1].

Wenden wir uns zu dem Ausgangspunkte unserer Darstellung zurück. Allem Vermuthen nach werden die Angaben Albîrûnî's über die irânischen Namen der Mondstationen in Soghd und Khwârizm bei näherer Prüfung noch mannichfache Resultate bieten. Der Zweck des Vorstehenden ist erreicht, wenn dadurch die Aufmerksamkeit der Mitforscher dieser neuen Quelle für die Geschichte der Mondstationen, resp. der ganzen Frage über diese letzteren selbst, wieder auf's Neue zugewendet werden sollte.

[1] wie ja auch die Sarasvatî, auf indischem Boden ursprünglich wohl (s. Vâjas. Sanhit. spec. II, 80 n. 1847) der Indus, aus gleichem Grunde schliesslich zur Bezeichnung eines im Sande der Wüste sich verlierenden Flüsschens degradirt worden ist. — Wenn übrigens wirklich in der späteren astronomischen Literatur der Name der açvin auch für die Gemini verwendet werden sollte, cf. Ind. Stud. 2, 259. 278[n], so wäre dabei sicher nicht etwa eine Reminiscenz an die von mir vermuthete Identität Beider anzunehmen, sondern vielmehr einfach nur eine aus der dualen Form und der Bedeutung des Wortes secundär entnommene Verwerthung desselben vorliegend.

Ausgegeben am 19. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Bezold machte eine Mittheilung zur Thermodynamik der Atmosphaere.

2. Hr. Waldeyer legte vor die Ergebnisse einer Untersuchung des Hrn. Dr. Kultschitzky aus Charkow über die Befruchtungsvorgänge bei *Ascaris megalocephala.*

3. Hr. von Helmholtz überreichte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Röntgen in Giessen über die durch Bewegung eines im homogenen elektrischen Felde befindlichen Dielektricums hervorgerufene elektrodynamische Kraft.

4. Hr. Schulze legte vor eine Mittheilung des Hrn. F. W. Konow zu Fürstenberg i. M. über zwei neue, durch Hrn. von Oertzen von seiner Reise nach Griechenland und Kleinasien mitgebrachte Blattwespenarten.

Die Mittheilungen 1. und 4. werden in späteren Berichten erscheinen, die 2. und 3. folgen umstehend.

Ergebnisse einer Untersuchung über die Befruchtungsvorgänge bei *Ascaris megalocephala*.

Von Dr. N. Kultschitzky
aus Charkow.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

I. Die Bildung der Richtungskörperchen.

Die Bildung des ersten Richtungskörperchens geschieht in der typischen Form einer mitotischen Kern- und Zelltheilung. Wir finden stets ein Stadium, in welchem die Chromatinsubstanz des Kerns nur aus vier leicht gebogenen Stäbchen besteht. Diese Stäbchen liegen in der Aequatorialebene der achromatischen Spindel und erleiden dann im folgenden Stadium die typische Flemming'sche Längsspaltung.

Im Ganzen habe ich ähnliche Resultate erhalten, wie sie Boveri in seiner neuesten Abhandlung[1] beschrieben hat; nur weiche ich von Boveri in Bezug auf die Verhältnisse der achromatischen Spindel ab, indem ich, wie Zacharias,[2] zwei nebeneinander gelagerte Spindelfiguren annehme.

II. Die ersten Umwandlungen des Zoosperms.

Während der Abspaltung des ersten Richtungskörperchens verliert das Spermatozoon seinen hellen Konus und liegt jetzt, von seinem Protoplasma umgeben, im Centrum der Eizelle. Der Kern stellt noch eine Art compacten Klümpchens dar. Alsdann treten in dem Spermatozoon mannigfache Veränderungen auf, deren genaue Reihenfolge zu bestimmen ich bisher nicht im Stande war. Während der Bildung des zweiten Richtungskörperchens giebt das Zoosperm-

[1] Boveri Th., Zellenstudien I. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften, 1887, Bd. 21.

[2] O. Zacharias, Neue Untersuchungen über die Copulation der Geschlechtsproducte und den Befruchtungsvorgang bei *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anatomie XXX, S. 111. 1887.

protoplasma sehr lange Fortsätze ab, die oft in knopfförmigen Anschwellungen enden. Dem Anscheine nach reissen die letzteren dann ab und liegen in der Form von deutlich bemerkbaren Körnchen nahe dem Spermatozoon. Zu dieser Zeit ist es leicht zu beobachten, dass der Spermakern ein sehr verschiedenes Aussehen annimmt; er besteht bisweilen aus Stäbchen (2 — 3), bekommt oft eine Ringform oder zerfällt in Körnchen. Einige derselben haben eine nur sehr geringe Grösse. Es ist bemerkenswerth, dass, wie E. van Beneden gefunden hat, das Protoplasma des Spermatozoon die Fähigkeit erhält, sich durch Carmin lebhaft zu färben. Man könnte mit einigem Recht annehmen, dass der Spermakern einen Theil seines Chromatins diesem Protoplasma abgiebt oder dass, um es anders auszudrücken, nicht das ganze Chromatin zu dem Aufbau des Pronucleus masculinus verwandt wird.

Zur Austrittszeit des zweiten Richtungskörperchens hat der Spermakern fast immer eine sehr deutliche reticuläre Structur. Er ist nur selten von seinem Protoplasma vollständig umgeben. Dasselbe häuft sich vielmehr vorwiegend an einem Theile der Peripherie des späteren Pronucleus masculinus an.

III. Die Bildung der Pronuclei und der Bau derselben.

In einem weiteren Stadium wirft der Pronucleus masculinus den Rest seines Protoplasmas ab uud erscheint jetzt als ein fertiger Pronucleus. Fast gleichzeitig bildet sich der Pronucleus femininus aus zwei leicht gebogenen Stäbchen, die nach der Bildung des zweiten Richtungskörperchens im Eiprotoplasma, als Rest der chromatischen Substanz des Keimbläschens, zurückbleiben. Es ist sehr bemerkenswerth, dass beide Pronuclei vollkommen gleich gebaut erscheinen.

Was nun den Bau der Pronuclei anbelangt, so kann ich als neu mittheilen, dass jeder Pronucleus ein charakteristisches Kernkörperchen besitzt, bisweilen zwei, selten drei. Sind in einem der Pronuclei zwei Kernkörperchen vorhanden, so besitzt allemal der andere auch zwei; hat der eine drei, so hat sie auch der andere, so dass, man möchte sagen, eine pedantische Gleichförmigkeit beider Pronuclei existirt. Dieses Detail des Pronucleusbaues ist in zwei Beziehungen sehr wichtig:

1. Charakterisirt es die fertigen sogenannten Pronuclei als im Stadium ruhender Kerne befindlich, und

2. Zeigt es, dass die Pronuclei beide ächte, vollkommen ausgebildete Kerne sind.

Wir haben eben erwähnt, dass beide Pronuclei ihrem Bau nach vollkommen gleichwerthige Bildungen darstellen. Erinnern wir uns, dass beide aus substantiell und formal verschiedenen Bildungen, wie Spermatozoonkern und Keimbläschen, entstanden sind, so gelangen wir zu dem Schlusse, dass der Process der Pronucleibildung als etwas eigenthümliches, als ein Vorgang sui generis, betrachtet werden muss.

IV. Die Zahl der Pronuclei.

Gewöhnlich haben wir zwei Pronuclei. In sehr seltenen Fällen giebt es nur einen Pronucleus, etwas öfter begegnen wir dreien Pronucleis.

Unter welchen Bedingungen sich nur ein Pronucleus bildet, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die betreffenden Eier als unbefruchtete betrachtet werden müssen. Was aber die mit drei Pronucleis versehenen Eier anbetrifft, so vermag ich darüber einige Angaben zu machen. Es handelt sich hierbei darum, dass die Spermatozoen bisweilen zwei Kerne haben. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, dass wir bei der Befruchtung mittelst eines solchen zweikernigen Spermatozoon drei Pronuclei erhalten werden.

V. Erste Entwickelungsvorgänge.

Sind beide Pronuclei ausgebildet, so tritt damit ein vorläufiger Abschluss der Erscheinungen ein, so lange die Eier im Uterus des lebenden Thieres verweilen: ich fand wenigstens an den frisch aus dem Uterus der lebenden Thiere entnommenen Eiern keine weiteren Entwickelungsphasen.[1] Entfernen wir dagegen die Gebärmutter aus dem Leibe des Thieres und lassen dieselbe in einer günstigen Temperatur (35—38° C.), so beginnen die Eier sehr rasch ihre weitere Entwickelung. Dabei treten zwei Haupterscheinungen auf:

a) die karyokinetischen Veränderungen der Pronuclei, und
b) das Auftreten der sogenannten »sphères attractives« (E. van Beneden).

Was die karyokinetischen Veränderungen anbelangt, so bin ich in dieser Beziehung zu dem ganz bestimmten Schlusse gekommen:

[1] Ich vermag in dieser Beziehung mit grösserer Bestimmtheit mich zu äussern als Nussbaum (Archiv f. mikrosk. Anatomie XXIII, S. 166), der, so viel ich weiss, die ersten einschlägigen Beobachtungen hierüber gemacht hat.

dass in allen Fällen ohne Ausnahme jeder Pronucleus seine karyokinetischen Veränderungen ganz selbstständig beginnt. Damit ergiebt sich, dass wir von einer Verschmelzung der Pronuclei im Sinne der Hertwig'schen Theorie nicht reden können, sondern uns auf die Seite E. van Beneden's[1] stellen müssen.

Die sogenannten »sphères attractives« gehören meiner Ansicht nach zum Protoplasma des Eies, treten sofort auf, wann dasselbe eine Theilung beginnt, und stellen das erste Zeichen der beginnenden Protoplasmatheilung dar.

In Rücksicht auf das Gesagte gelange ich zu dem Schlusse, dass die ersten Erscheinungen am Eie unmittelbar nach der definitiven Bildung der Pronuclei nicht mehr zur Befruchtung, sondern schon zur Segmentation, d. h. zur Entwickelung des Embryo gehören.

VI. Nähere Bestimmung des Befruchtungsvorganges.

Es steht nach den Beobachtungen E. van Beneden's fest, dass nach der Abspaltung des zweiten Richtungskörperchens der Pronucleus masculinus den Rest seines Protoplasmas abwirft und jede Verbindung mit demselben aufgiebt. Dieser Umstand scheint im höchsten Grade wichtig. Von diesem Zeitpunkte ab hat nämlich der Pronucleus masculinus seine eigene frühere Protoplasmahülle aufgegeben und gehört nunmehr dem Protoplasma der Eizelle an; er ist nicht mehr ein fremder, sondern vielmehr ein wesentlicher untrennbarer Bestandtheil des Eies. Somit erscheinen von diesem Augenblicke an alle Eigenschaften und Kräfte des Spermakerns als ein unbestreitbares Eigenthum des Eies und folglich des zukünftigen Organismus. Diese, wie es scheint, natürliche Folgerung aus allseitig anerkannten Thatsachen lässt uns zu dem Schlusse gelangen, dass das Wesen der Befruchtung in dem Vorgange liege, durch welchen der dem Ei bisher fremde Spermakern in einen wesentlichen ungetrennten Bestandtheil des Eies, in einen Kern desselben, umgewandelt wird.

Diese Auffassung führt zu den weiteren Schlüssen, dass der Befruchtungsact mit der Fertigstellung des Pronucleus masculinus beendet ist, und dass nach diesem Zeitpunkte unter förderlichen Bedingungen die Entwickelung des Embryo beginnen muss.

---

[1] E. van Beneden, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Arch. de Biologie T. IV 1884 und Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'ascaride mégalocéphale. Bull. de l'académie royale de Belgique 3 Serie T. XIV. 1887.

Die Thatsachen entsprechen diesen Schlüssen. Wir haben gesehen, dass nach der Ausbildung des Pronucleus masculinus, die, unserer Ansicht nach, das Ende des Befruchtungsactes bestimmt, ein vorläufiger Abschluss in der Reihe der gesammten Entwickelungsvorgänge eintritt, falls das Ei im Leibe des lebenden Thieres verweilt, und dass ferner, sobald das Ei unter bestimmte andere Bedingungen fällt, es sehr lebhaft sich segmentirt, d. h. sich seiner weiteren Entwickelung unterzieht.

Schon E. van Beneden, dem ich auch hierin zustimmen kann, hat den Befruchtungsact in die Ausbildung der Pronuclei verlegt; nur glaube ich besonders die Ausbildung des Pronucleus masculinus betonen zu sollen und meine die »ratio« dieses Vorganges schärfer erfasst zu haben, indem ich das »punctum saliens« in der Umwandlung der Nucleusformation der Samenzelle zu einem Kern der Eizelle erblicke. Ist es richtig, was die neueren Forschungen lehren, dass der Kern so zu sagen das bestimmende und beherrschende Element der Zelle ist, so werden mit dem Momente, wann der Spermakern zu einem ächten Kern der Eizelle wird, auch diese und deren Abkömmlinge dem früheren Spermakern unterthan.

Es fragt sich noch, was man von der Verschmelzung des männlichen und weiblichen Chromatins, die so lebhaften Streit hervorgerufen hat, zu halten habe?

Nach allem, was bisher gesagt wurde, muss ich E. van Beneden Recht geben und kann mit Bestimmtheit folgendes äussern: Eine Verschmelzung der Pronuclei, wenn sie überhaupt existirt, wovon ich bisher mich nicht überzeugen konnte, gehört sicher nicht zum Befruchtungsvorgange. Sollte sie in der That vorkommen, was ich nach meinen Befunden — indem ich selbst nicht einmal 3 Procent, wie E. van Beneden, zulassen kann — in Abrede stellen muss, so müsste sie zu den karyokinetischen Erscheinungen, welche die erste Furchung begleiten, gerechnet werden, also zur Entwickelung des Eies im engeren Sinne, nicht zur Befruchtung.

Über die durch Bewegung eines im homogenen elektrischen Felde befindlichen Dielektricums hervorgerufene elektrodynamische Kraft.

Von W. C. Röntgen
in Giessen.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Die vorliegende Mittheilung enthält die auf experimentellem Wege gefundene Beantwortung folgender Frage: Kann die Bewegung eines in einem homogenen und constanten elektrischen Felde befindlichen Dielektricums, welches keine eigentliche Ladung mit sich führt, eine elektrodynamische Kraft erzeugen?

Zunächst möchte ich darlegen, dass die Möglichkeit, auf diese Weise eine elektrodynamische Wirkung zu erzielen, vorhanden ist. Man stelle sich zwei parallele, ebene, unendlich grosse Condensatorplatten vor, welchen eine bestimmte Potentialdifferenz ertheilt wurde; die isolirende Zwischenschicht werde senkrecht zu den Kraftlinien in gerader Richtung mit constanter Geschwindigkeit bewegt. Nehmen wir dann an, dass das Medium, in welchem die dielektrische Polarisation stattfindet, die Bewegung der Schicht mitmacht, so muss jene Schicht sich nach aussen elektrodynamisch verhalten, wie zwei in ihrer oberen bez. unteren Begrenzungsfläche vorhanden gedachte, in Ruhe befindliche Stromlamellen, von denen die eine in der Richtung der Bewegung, die andere in der entgegengesetzten Richtung von gleich starken, constanten Strömen durchflossen würde. Ist z. B. die obere Condensatorplatte bis zu einem höheren Potential geladen als die untere, so muss der aequivalente Strom in der unteren Begrenzungsfläche in der Richtung der Bewegung fliessend gedacht werden.

Am Einfachsten kommt man zu der Einsicht von der Richtigkeit dieser Betrachtung, wenn man das Dielektricum aus polarisirten Theilchen bestehend denkt; dann ist die Ursache der elektrodynamischen Kraft in der Bewegung der elektrischen Pole zu finden. Aber auch die Maxwell'sche Theorie von der elektrischen Verschiebung führt zu demselben Resultat.

Von den Versuchen, die ich zur Prüfung der angeregten Frage ausführte, gestatte ich mir zwei mitzutheilen.

Ich liess eine runde Glasscheibe (oder eine Hartgummischeibe) rotiren zwischen zwei horizontalen Condensatorplatten, von denen die obere dauernd zur Erde abgeleitet war, die untere von einer Elektricitätsquelle aus mit positiver bez. negativer Elektricität geladen werden konnte. Dicht über der oberen Condensatorplatte hing die eine von zwei zu einem sehr empfindlichen System verbundenen Magnetnadeln; ihre Richtung stand senkrecht zu einem Radius der Scheibe und ihr Mittelpunkt befand sich über der Scheibe unweit vom Rande derselben. Durch Fernrohr, Spiegel und Scala konnten die Ablenkungen der Nadel, die beim Commutiren der Ladung des Condensators eventuell eintraten, beobachtet werden.

Bei diesen Versuchen ergab sich nun, dass jedes Mal, wenn commutirt wurde, die Nadel eine Ablenkung erfuhr: die so gerichtet war, wie wenn man die oben näher angegebene Richtung eines vorhanden gedachten Stromes umgekehrt hätte. Die Wirkung der Bewegung der positiven Pole auf die Nadel entsprach der eines in gleicher Richtung wie die Bewegung fliessenden Stromes, die Bewegung der negativen Pole, der eines der Bewegung entgegengesetzt fliessenden Stromes.

Abgesehen von anderen leicht zu entkräftenden Einwänden gegen diese Versuche, wie namentlich der Möglichkeit, dass die Ablenkungen der Nadel durch wirkliche in den Condensatorplatten vorhandene Ströme erzeugt wurden, bleibt noch ein Einwand übrig, der einer besonderen Erwähnung bedarf, und beseitigt werden muss. Es ist das der folgende: Wenn eine Scheibe zwischen kräftig geladenen Condensatorplatten rotirt, so ist es möglich, dass sie allmählig eine eigentliche Ladung erhält, sei es durch ihre wenn auch nur geringe Leitungsfähigkeit, oder durch eine directe Mittheilung von Elektricität von Seiten des Condensators. Die Bewegung dieser Ladung würde, wie Rowland gezeigt hat, auf die Nadel elektrodynamisch wirken, und man könnte geneigt sein, die bei meinen Versuchen beobachtete Ablenkung dieser Wirkung zuzuschreiben.

Um sicher zu sein, dass die beobachteten Ablenkungen nicht auf diese bekannte Erscheinung zurück zu führen waren, stellte ich Versuche an mit einem Condensator, dessen untere Platte in zwei von einander isolirten Hälften getheilt war, die beide gleichzeitig aber entgegengesetzt geladen waren: der Mittelpunkt der Nadel befand sich über einer Stelle der rotirenden Scheibe, die von einem Radius derselben getroffen wurde, welcher senkrecht stand zu der Trennungslinie der beiden Condensatorhälften. Von einer merklichen durch

Leitung in der Scheibe entstandenen Ladung derselben konnte nun in Anbetracht der raschen Rotation nicht mehr die Rede sein: dass auch keine Elektricität von dem Condensator auf die Scheibe überströmte, ergab sich aus der Beobachtung, dass der Ausschlag von zwei mit je einer Condensatorhälfte verbundenen Elektrometern von einer Commutirung bis zur folgenden constant blieb.

Auch bei dieser Versuchsanordnung erhielt ich im Wesentlichen dieselben Ausschläge der Nadel, wenn commutirt wurde.

Es dürfte daher die Thatsache experimentell festgestellt sein, dass elektrodynamische Kräfte erzeugt werden können durch die Bewegung eines unter dem Einfluss von statischen Ladungen stehenden Dielektricums: ob auch umgekehrt jede beobachtete elektrodynamische Kraft auf diese Ursache zurückgeführt werden kann, ist eine Frage, deren Beantwortung ich noch nicht in Angriff zu nehmen wage.

Die erhaltenen Ausschläge waren immer klein: 2 bis 3 Scalentheile; vergeblich bemühte ich mich dieselben zu vergrössern. Der Grund, weshalb ich viel Werth darauf legte, grössere Ablenkungen zu bekommen, ist nicht etwa darin zu suchen, dass ich noch im Zweifel bin über die Existenz oder über die Ursache derselben, sondern vielmehr darin, dass ich dann vielleicht im Stande gewesen wäre, die Versuchsresultate besser quantitativ zu verwerthen. Es wäre mir namentlich von grossem Interesse gewesen, zu erfahren, ob dasjenige Medium, in welchem die dielektrische Polarisation stattfindet, die Bewegung der ponderabelen Theilchen vollständig mitmacht, oder sich ähnlich wie der Lichtäther nach Fresnel's Ansicht verhält. In der That sind die sich nach dieser Richtung hin eröffnenden Perspective zu verlockend, um nicht Alles zu versuchen, was zu einem entscheidenden Resultat führen könnte. Indessen blieben, wie schon gesagt, meine Bemühungen bis jetzt erfolglos.

Schliesslich gestatte ich mir, meiner Mittheilung noch einige weitere Betrachtungen hinzuzufügen.

1. Zunächst die folgende, welche an das zuletzt Gesagte anknüpft. Aus gewissen optischen Ursachen hat man bekanntermaassen geschlossen, dass zwischen den Körpern auf der Erdoberfläche und dem sie umgebenden Lichtäther eine Geschwindigkeitsdifferenz bestehen müsse; ob mit Recht oder nicht, ist, wie mir scheint, eine noch offene Frage. Sollte es nicht gelingen auch auf elektrischem Wege zu einer Entscheidung zu gelangen? Sprechen doch manche Gründe für die Annahme, dass der Lichtäther auch das Medium ist, durch welches die elektrischen Kräfte übertragen werden. Eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen, schien mir durch meine Versuche gegeben zu sein. Man denke sich einen aus zwei parallelen metallischen

Platten bestehenden Condensator horizontal aufgestellt und über der oberen Platte eine Magnetnadel angebracht. Zwischen den Platten befinde sich Luft oder irgend ein anderer Isolator, der aber nicht wie bei den oben beschriebenen Versuchen künstlich bewegt wird, sondern sich relativ zum Condensator in Ruhe befindet. Wenn nun eine Bewegung des Lichtäthers in Bezug auf die Körper auf der Erdoberfläche wirklich vorhanden wäre, so würde derselbe auch zwischen den geladenen Condensatorplatten durchstreichen und zwar nach der erwähnten Annahme von der Identität des Licht- und des Elektricitätäthers in einem dielektrisch polarisirten Zustand. Würde man somit für die Beobachtung eine Zeit wählen, wo diese Bewegung möglichst parallel mit den Condensatorplatten und der Magnetnadel stattfände, so wäre es möglich, dass man beim Commutiren der Ladung eine Ablenkung der Nadel wahrnähme. Eine solche wirklich beobachtete Ablenkung würde eine kräftige Stütze bilden für die Richtigkeit der gemachten Voraussetzungen.

Leider muss ich mittheilen, dass meine Versuche in dieser Beziehung negative und daher nicht beweiskräftige Resultate ergeben haben. Es war nämlich niemals auch nur die geringste Ablenkung der Nadel zu beobachten, wiewohl ich zu sehr verschiedenen Jahres- und Tageszeiten und bei verschiedenen Stellungen der Nadel zum Meridian experimentirte.

2. Nach verschiedenen Beobachtern besitzt die Erde eine elektrische Ladung; der die Erde umgebende Raum ist daher dielektrisch polarisirt, und da das diesen Raum erfüllende Dielektricum an weit von der Erde entfernten Stellen die Bewegung der Erde jedenfalls nicht vollständig mitmacht, so ist zu vermuthen, dass auf eine mit der Erdoberfläche mitgeführte Magnetnadel eine ähnliche elektrodynamische Kraft ausgeübt wird, wie wir sie bei meinen Versuchen kennen gelernt haben. Über die Grösse dieser Kraft lässt sich vorläufig nichts Bestimmtes sagen, da aber grosse Geschwindigkeitsdifferenzen vorkommen und das Dielektricum einen grossen Raum ausfüllt, so könnte diese Kraft möglicherweise nicht so sehr gering sein.

3. Wenn ein senkrecht zu den Kraftlinien bewegtes Dielektricum auf einen ausserhalb des elektrischen Feldes liegenden, ruhenden Magnetpol elektrodynamisch wirkt, so wird auch dieser Pol auf das Dielektricum zurückwirken; es fragt sich, worin diese Rückwirkung sich äussert. Falls die Bewegungsrichtung unveränderlich ist, könnte meines Erachtens diese Wirkung in einer Änderung der Richtung und des Momentes der dielektrischen Polarisation bestehen. Der Nachweis einer solchen Änderung dürfte aber, auch wenn grosse

magnetische Kräfte angewendet werden, äusserst schwierig zu erbringen sein.

4. Betrachtet man ein senkrecht zu den Kraftlinien eines homogenen elektrischen Feldes bewegtes Dielektricum wie eine aus sehr vielen, über einander gelagerten, in Ruhe befindlichen Stromlamellen bestehende Scheibe, von der jede Lamelle in der entgegengesetzten Richtung vom Strom durchflossen wird, als die benachbarten, so kommt man zu der Schlussfolgerung, dass auch im Innern des Dielektricums elektrodynamische Kräfte auftreten, welche eine Ausdehnung des Dielektricums in der Richtung der Kraftlinien, oder eine Änderung des dielektrischen Momentes, oder auch beides zusammen bewirken. Auch die Wahrnehmung dieser Erscheinungen dürfte mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein.

Die Dimensionen des zu den Versuchen mit ungetheiltem Condensator verwendeten Apparates waren folgende:

Durchmesser der rotirenden Scheibe	$10^{cm}.0$
Dicke » » »	$0^{cm}.35$
Abstand der Scheibe von der oberen Condensatorbelegung	$0^{cm}.14$
» » » » » unteren »	$0^{cm}.25$
Durchmesser der Belegungen	$20^{cm}.0$
Excentricität der Nadel	$4^{cm}.0$
Abstand der unteren Nadel von der oberen Fläche der rotirenden Scheibe	$0^{cm}.30$
Abstand der beiden Nadeln von einander	$24^{cm}.5$
Länge der unteren Nadel	$4^{cm}.65$
» » oberen »	$4^{cm}.74$
Magnetisches Moment der unteren Nadel	$9.393 \frac{cm^{5/2} g^{1/2}}{sec}$
» » » oberen »	$9.551 \frac{cm^{5/2} g^{1/2}}{sec}$
Schwingungsdauer des gedämpften astatischen Systems	$17^{sec}.0$
Torsionsverhältniss » » » »	0.0062
Logar. Decrement » » » »	1.0
Schwingungsdauer des Systems mit gleichgerichteten Nadeln	$1^{sec}.3$
Torsionsverhältniss des Systems mit gleichgerichteten Nadeln	0.000050
Logar. Decrement des Systems mit gleichgerichteten Nadeln	0.0879

Die Potentialdifferenz der beiden Condensatorbelegungen entsprach einer Funkenstrecke von $0^{cm}3$ in Luft zwischen Kugeln von $2^{cm}0$ Durchmesser.

Die Umdrehungszahl der Scheibe betrug ungefähr 100 pro Sec.

Die nach dem Commutiren beobachteten Ausschläge betrugen 2 bis 3 Scalentheile (Millimeter).

Die Entfernung des Spiegels von der Scala war 229^{cm}.

Ausgegeben am 26. Januar.

1888.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

19. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Vahlen las über einige Bruchstücke des Ennius.

2. Hr. Diels las über die arabische Übersetzung der Aristotelischen Poetik.

Beide Mittheilungen erfolgen in diesem Sitzungsberichte.

3. Hr. Dillmann berichtet aus einem Brief des von der Königlichen Akademie unterstützten Reisenden Ed. Glaser, dass derselbe von Aden aus sich zunächst nach Ta'izz begeben und von dort die Landschaft der alten Maforiten genauer untersucht habe, sodann über Zebîd und Beit el Fakih nach Sanâ gereist und jetzt dort mit der Ausarbeitung eines Reiseberichts beschäftigt sei.

Über einige Bruchstücke des Ennius.

Von J. Vahlen.

'Fragmente ohne Sicherheit zu verbessern, ist ein unkritisches Spiel' schreibt Lachmann in einem Aufsatz, der mehr noch als andere seiner Untersuchungen das Bewusstsein untrüglicher Sicherheit an der Stirne trägt (Kl. Schrift. S. 92). Er meinte aber, wenn ich recht verstehe, dass verderbt überkommene Reste antiker Litteratur, insbesondere poetischer, in ihrer Abgerissenheit einen zu wenig festen Boden gewährten, um mit Zuversicht den Sitz der Verderbniss zu erkennen und das rechte Heilmittel aus vielem möglichen zu ergreifen. Und wer wollte die darin liegende Mahnung zur Vorsicht nicht gelten lassen, zumal wer auf die Titanischen Bestrebungen der Neuesten blickt, welche die Kritik antiker Dichterfragmente wie vom Dreistuhl zu decretieren sich vermessen. Freilich Sicherheit in conjecturalen Bemühungen bleibt auch, wo es sich um ganze und grosse Autoren oder umfangreiche und zusammenhängende Schriftwerke handelt, ein selten erreichtes Gut; haben doch selbst die genialsten Kritiker unter vielen Würfen meist nur wenige Treffer gehabt; und oft hat nach langen Mühen und vielen Versuchen tiefer dringende Sprachkenntniss gelehrt, dass alle Mühe umsonst gewesen. Dennoch darf man sich der Aufgabe nicht entziehen, und so entmuthigend die Masse des Verfehlten ist auch bei denen die über zulängliches Vermögen geboten, gelegentliches Gelingen, glänzendes, überzeugendes, lässt den Glauben an den möglichen Erfolg nicht ersterben. Und so wird man auch an den Überresten alter Litteratur fortfahren die philologische Verbesserungskunst zu üben, und darf es, so weit wenigstens das Erhaltene eine verständige Abwägung der möglichen Wege zulässt; wo aber mehr als 'blindes Rathen' nicht gestattet ist, wird es geboten sein (in Lachmann's Sinne) das Verderbte verderbt zu lassen, statt in nutzlosem Streiten um das, was doch nicht entschieden werden kann, sich die Zeit zu vertreiben.

Diese Erwägungen drängten sich mir auf, als ich in Ermangelung von Besserem über die Herstellung einiger Bruchstücke des Ennius meine Gedanken zu sammeln und zu ordnen mich anschickte. Ob da

wo ich Berichtigung versuche, Sicherheit erreicht ist, mögen andere sehen; wenn nicht, hat doch vielleicht die Untersuchung ein Streiflicht auf den Weg geworfen, den man einzuschlagen habe.

1.

Catull, den Tod seines Bruders betrauernd, klagt, dass dem Armen das liebe Himmelslicht entrissen sei: *hei misero fratri iucundum lumen ademptum* (c. 68, 93; vgl. Virgil Aen. 6, 363 *per caeli iucundum lumen*). Und oft haben alte und neue Dichter Leben und Dasein durch den Anblick der Sonne und des Himmelslichtes bezeichnet: ζώει καὶ ὁρᾷ φάος ἠελίοιο gehört zu den typischen Wendungen der Homerischen Sprache (Il. 18, 61; 442. 24, 558. Od. 4, 540; 833. 10. 498); und verwandter Art ist (Il. 5, 120) οὐδέ με φησιν δηρὸν ἔτ᾽ ὄψεσθαι λαμπρὸν φάος ἠελίοιο d. i. 'dass ich nicht mehr lange leben werde'. Euripides, der es φίλον (erwünscht) nennt φέγγος ἡλίου τόδε ἰδεῖν (fr. 318 Nauck) und der Iphigenia die Worte in den Mund legt μή μ᾽ ἀπολέσῃς· ἡδὺ γὰρ τὸ φῶς βλέπειν (Iphig. Aul. 1218) hat nicht selten die Begriffe für Leben und Sterben aus dieser Anschauung entlehnt:

ἕως μὲν οὖν φῶς ἡλίου τόδ᾽ ἔβλεπε
Πρωτεύς, ἄσυλος ἦν γάμων· ἐπεὶ δὲ γῆς
σκότῳ κέκρυπται κτλ.

Helena 60.

τί μοι πόσις μέλεος ἔτλα;
πότερα δέρκεται φάος
τέθριππά θ᾽ ἁλίου
ἐς κέλευθά τ᾽ ἀστέρων,
ἢ ᾽ν νέκυσι κατὰ χθονὸς
τὰν χθόνιον ἔχει τύχαν;

Helena 340.

ΕΚ. ἔσωσα δῆτά σ᾽ ἐξέπεμψά τε χθονός;
ΟΔ. ὥστ᾽ εἰσορᾶν γε φέγγος ἡλίου τόδε.

Hecuba 249.

καὶ πῶς σιωπῶ; φέγγος εἰσορᾶν θεοῦ
τόδ᾽ οὐκέθ᾽ ἡμῖν τοῖς ταλαιπώροις μέτα.

Orest. 1025. Vgl. Alcest. 272. 283. 667. Fr. 295. Sophocles Antig. 809. Electr. 106. Ebenso Goethe.

Wer dichtet nicht,
Dem diese schöne reine Sonne scheint,
Der diesen Hauch des Lebens in sich zieht?

Claudine von Villa Bella.

So lang' ich weiss, du wandelst auf der Erde,
Dein Auge schaut der Sonne theures Licht.

Elpenor.

Wie leicht wird's mir, dem eine Götterhand
Das Herz zusammendrückt, den Sinn betäubt,
Dem schönen Licht der Sonne zu entsagen.

Iphigenie auf Tauris.

Um Rettung aus des Todes Nachtgewalt,
Um dieses Lichts erquickenden Genuss,
Um Sicherheit des Daseins ruft zuerst
Aus tiefer Noth ein Halbverlorner noch.

Natürliche Tochter.[1]

Ich suche aus der Beobachtung Nutzen zu ziehen für die Berichtigung eines verderbten Verses des Ennius. Der Grammatiker Nonius Marcellus schreibt S. 85 seiner Compendiosa doctrina:

claret clara est vel clareat. Turpilius Pedio 'cuius adventu insula hodie claret Cypros'. Ennius Telamone 'nam ita mihi Telamonis patris *atquefaci* et proavi Iovis gratia *ea est* atque hoc lumen candidum claret mihi.'

Aus Ennius' Tragödie Telamo, für die, so gewiss sie aus dem Griechischen gezogen, ein griechisches Original nicht nachzuweisen ist, sind nur wenige Bruchstücke erhalten, darunter aber einige Verse so glücklich ausgewählt, dass die dramatische Handlung in einem Hauptmotiv erkennbar wird. Aus den Worten (fr. IV R.)

scibas natum ingenuum Aiacem, cui tu obsidionem paras

entnehmen wir die Anklage, mit welcher Telamo seinen ohne Ajax heimkehrenden Sohn Teucer empfing: und diesen Argwohn seines Vaters, dass er mit schuld sei an dem Untergang des Ajax, hat Teucer selbst ausgesprochen in dem Vers (VI)

eandem me in suspicionem sceleris partivit pater;

wofern nicht vielleicht *partibit*[2] stand und Teucer, wie in Sophocles' Ajax 1012 ff. nur ausdrückte, was er bei seiner Rückkehr ohne Ajax von seinem Vater zu erwarten habe. Auf diese Anklage, in welcher

---

[1] Dante Inferno 10, 69

non viv' egli ancora?
non fiere gli occhi suoi lo dolce lome?

[2] *partibit* wie *audibo* fr. III, das Nonius um dieser Form willen anführt. — Einer Selbstüberlegung des Teucer (nicht des Telamo) werden auch die Worte angehören

deum me sentit facere pietas, civium porcet pudor (VII)

d. h. 'die Pietät gegen die Götter stimmt dafür, dass ich es thue, die Scheu vor den Bürgern hält mich ab' (vgl. Herm. 15, 260). Doch bleibt die specielle Beziehung dunkel, wie überhaupt, die wenigen im Text genannten ausgenommen, kaum irgend ein Bruchstück dieser Tragödie in befriedigender Weise sich aufklären lässt.

Ennius' Tragödie Telamo mit Pacuvius' Teucer und mit Sophocles Τεῦκρος, wie es scheint, übereinkam, wird sich das von Nonius mitgetheilte Bruchstück bezogen haben, und wir hören demnach aus diesen Worten den seine Unschuld betheuernden Teucer; vielleicht war es in dem Wortwechsel mit dem Vater, dem der Vers angehören wird (III)

more antiquo audibo atque aures tibi contra utendas dabo,

dass Teucer in dieser Weise seine Aussage bekräftigt hatte.[1] Denn ist auch mehr als die Versicherungsformel nicht erhalten, das Gewicht der Versicherung, die an Wendungen erinnert, wie Ilias 13, 825

εἰ γὰρ ἐγὼν οὕτω γε Διὸς πάις αἰγιόχοιο
εἴην ἤματα πάντα, τέκοι δέ με πότνια Ἥρη,
τιοίμην δ' ὡς τίετ' Ἀθηναίη καὶ Ἀπόλλων,
ὡς νῦν ἡμέρη ἥδε κακὸν φέρει Ἀργείοισιν.

(vgl. Il. 8, 538 ff. 18, 464 ff.), lässt in dem angedeuteten Zusammenhang über den Gegenstand derselben keinem Bedenken Raum. Leider ist jeder der beiden Verse in den Handschriften des Nonius durch einen Abschreibefehler entstellt. Den ersten hat Bergk beseitigt (Rhein. Mus. 1835 S. 73), indem er für *atque faci* nach verfehlten Versuchen der früheren *avi Aeaci* schrieb; und *Eaci* und *Faci* sind nicht bloss hier verwechselt worden (s. cod. Bern. in Hor. Carm. 3, 19, 3). Ob aber *atque* weichen müsse, bleibt fraglich; denn die Bezeichnung des *avus* in dieser Reihenfolge wird kaum vermisst,[2] und der Nachtheil, dass sie fehlt, wird aufgewogen durch den Vortheil der zierlichen Partikelverbindung *Telamonis patris atque Aeaci et proavi Iovis.* Doch wie dem sei, das glücklich gefundene *Aeaci* vollendet die genealogische Reihe, die von Telamo zu Aeacus und zu Jupiter aufsteigt, wie bei Ovid (Metam. 13, 22 ff.) Ajax selbst seine Ahnen vom Telamo angefangen aufzählt.[3] Und man erinnert sich leicht, wie oft Griechen und Römer

---

[1] Die Worte scheinen richtig, ich verstehe aber so: 'ich will hören und hinwiederum dir zu hören geben (dir deine Ohren zu gebrauchen geben).' Und da fr. IV Zwiegespräch zwischen Vater und Sohn anzeigt, so kann man dahin auch diesen Vers ziehen; dann aber auch Teucer's Versicherung seiner Unschuld demselben Gespräch zuzuweisen, wird wenigstens *Telamonis patris,* wie ich denke, kein Hinderniss sein. Doch empfindet man auch hier, auf wie wenig festem Boden sich die Erklärung dieser Reste bewegt.

[2] Euripides Iphig. Aul. 1233

μὴ πρός σε Πέλοπος καὶ πρὸς Ἀτρέως πατρὸς
καὶ τῆσδε μητρός.

[3] si virtus in me dubitabilis esset,
nobilitate potens essem, Telamone creatus . . .
Aeacus huic pater est . . .
Aeacon agnoscit summus prolemque fatetur
Iuppiter esse suam: sic ab Iove tertius Aiax.

bei gewichtigem Anlass mit stolzem Bewusstsein ihre Geschlechterreihe herzuzählen liebten, wie Achill Il. 21, 187

αὐτὰρ ἐγὼ γενεὴ μεγάλου Διὸς εὔχομαι εἶναι.
τίκτε μ' ἀνὴρ πολλοῖσιν ἀνάσσων Μυρμιδόνεσσιν
Πηλεὺς Αἰακίδης· ὁ δ' ἄρ' Αἰακὸς ἐκ Διὸς ἦεν.

Vgl. Il. 13, 449. 20, 215. Sophocles K. Oedip. 267

τῷ Λαβδακείῳ παιδὶ Πολυδώρου τε καὶ
τοῦ πρόσθε Κάδμου τοῦ πάλαι τ' Ἀγήνορος.

Ovid Heroid. 4, 157; und die Verse des unbekannten römischen Tragikers 101 fg. R.

Schwereren Bedenken unterliegt der zweite Vers, dessen unmetrischen und unverständlichen Anfang *gratia ea est* die Kritik mit zahlreichen Vorschlägen herzustellen versucht hat. Die Vermuthungen der älteren Gelehrten sind bedingt durch die ehemals verbreitete Schreibung des ersten Verses. So schrieb Hugo Grotius

nam ita mihi Telamonis patris facies ac proavi Iovis
gratia *grata* est atque hoc lumen candidum claret mihi;

metrisch besser G. Hermann (op. 7, 380) *patris Telamonis facies et proavi Iovis Grata est gratia;* und auch spätere haben mit Benutzung von Bergk's *avi Aeaci* (oder auch ohne dies) ähnliches versucht: *gratia cara est*; *gratia aeca est.* Diese Bemühungen gingen sämmtlich dahin, aus *ea* ein passendes Attribut zu *gratia* herzustellen; und indem sie *est* für unverderbt nahmen und *claret* als Indicativ ansahen, verstanden sie 'so wahr mir Telamo's, Jupiter's Gunst willkommen (lieb, gnädig) ist, und mir dieses helle Licht leuchtet.' Den umgekehrten Weg schlug Bücheler ein. Ihm ist *claret* Conjunctiv; daher er aus dem verschriebenen Anfang des Verses einen analogen Conjunctiv zu gewinnen sucht. So empfahl sich ihm die Fassung

nam ita mihi Telamonis patris, avi Aeaci, et proavi Iovis
gratia *adsit* atque hoc lumen candidum claret mihi,

oder *gratia astet* oder *eestet* wie Ribbeck lieber wollte. Der allgemeine Gedanke bewegt sich dabei in demselben Kreise, nur dass mit dem Conjunctiv der Ausdruck die Form des Wunsches angenommen hat ('so wahr ich wünsche, dass mir die Gunst beistehe'), wie bei Betheuerungen häufig ist, z. B. (Aen. 9, 206) Nisus seine Aussage bekräftigt mit den Worten *ita me referat tibi magnus ovantem Iuppiter.* Aber wenn *claret* Conjunctiv ist, wie deuten wir ihn? Darüber lassen Bücheler und die ihm gefolgt sind im Unklaren. Stowasser (Zeitschr.

Vgl. Pindar Pyth. 8, 100.

Αἴγινα φίλα μᾶτερ, ἐλευθέρῳ στόλῳ
πόλιν τάνδε κόμιζε Δὶ καὶ κρέοντι σὺν Αἰακῷ
Πηλεῖ τε κἀγαθῷ Τελαμῶνι σύν τ' Ἀχιλλεῖ.

f. d. österr. Gymn. 1885 S. 347) verweist auf die Erklärung des Nonius, der, indem er schreibe *claret clara est vel clareat* mit der ersteren Deutung auf den Vers des Turpilius *cuius adventu insula hodie claret Cypros*, mit *clareat* auf unseren Vers des Ennius weise. Das ergäbe den Gedanken 'so wahr ich wünsche, dass mir meines Vaters und des Aeacus und Jupiters Gunst zur Seite stehen, und mir dieses helle Licht leuchten möge.' Ob dies auch Bücheler's Meinung war, weiss ich nicht. Allein da *clarare* und *clarere* die bekannten und gebrauchten Verbalformen sind, wie Ennius selbst schreibt (Ann. 315)

ergo postque magisque viri nunc gloria claret,

so ist schwer zu glauben, Ennius habe *claret* auch für *clareat* gesetzt, zumal auch letzteres sich dem Verse leicht bequemte. Ein Missverständniss des Nonius aber lag nicht fern ab, und an Irrthümern und Missdeutungen ist Nonius reich. Nur die innere Nothwendigkeit des Gedankens oder die Erkenntniss, dass auf diesem Wege allein eine überzeugende und jedes Bedenken erstickende Berichtigung erzielt werde, könnte geneigt machen bei Nonius' Erklärung zu beharren. Aber wenn *claret* Conjunctiv sein soll, so war vielleicht Conjunctiv von *clarare* gemeint, so dass an *gratia* beides hing, *mihi Iovis gratia adsit et claret lumen candidum mihi;* und der Gedanke war 'so wahr ich wünsche, dass Telamo's, Aeacus', Jupiter's Gunst mir zur Seite stehen und mir dieses helle Licht leuchten machen möge.' Damit wäre das Formbedenken gehoben. Ob aber die so hergestellte Satzform, welche *gratia* auch zum Subject von *claret* macht, jeden leicht befriedigen werde, darf man bezweifeln. Bergk wenigstens (Kl. Schrift. 1, 357) glaubte von derselben Voraussetzung aus, noch einen Schritt weiter thun zu müssen. Indem er *claret* von *clarare* leitet und Bücheler's *adstet* sich aneignet, sucht er dem Verbum ein anderes Subject als *gratia* unterzulegen: was ihm mit der Schreibung gelingt *Iovis Gratia adstet, atque hoc lumen candidum claret mihi;* d. h. 'dass die Gunst mir beistehen, und dass dieses helle Licht mich beleuchten möge.' Wer diese Ergebnisse betrachtet, zu denen die Annahme *claret* sei Conjunctiv geführt hat, wird zu der Annahme selbst nur geringes Vertrauen fassen. Doch von Einzelnem abzusehen, was diese Kritik Unstatthaftes und Unglaubliches erzeugt hat, drei allgemeinere Betrachtungen sind es hauptsächlich, welche die bisher eingeschlagenen Wege als verfehlt erkennen lassen. Erstlich die Anrufung der Gunst (*gratia*) Telamo's, Jupiter's, sei es in der Weise wie die älteren Kritiker wollten ('so wahr mir Telamo's Angesicht und Jupiter's Gunst willkommen ist') oder in der Form, die Bücheler vorzog ('so wahr ich wünsche, dass meines Vaters Telamo und Jupiters Gunst mir zur Seite stehe') ergiebt einen unklaren, jedes concreten Inhalts entbeh-

renden und mit dem Zweck der Betheuerung übel contrastirenden Gedanken, wie ihn philologische Kritiker, die am Buchstaben haften, nicht ein aus dem Geist seiner Sprache lebendig schaffender Dichter erzeugt: wobei überdies von den Neueren, scheint es (denn die Älteren haben in dieser Rücksicht verständigeren Ausdruck), übersehen wird, dass nicht bloss *Iovis gratia*, sondern auch *Telamonis patris gratia* angerufen wird, auf die doch Teucer in diesem Augenblick nicht wohl rechnen konnte. Sodann dieser Gedanke selbst, was hat er mit dem gemein, mit dem er wie zu einem Paare verbunden erscheint? Denn für welche Form man *claret* ansehen und welchen Sinn man den Worten *atque hoc lumen candidum claret mihi* unterlegen mag, immer wird die Empfindung an der völlig disparaten Art der beiden Ausdrücke sich stossen, die so wenig eine Gemeinschaft der Vorstellung eingehen, dass, je enger ihr grammatisches Band zugezogen wird, das Missverhältniss sich um so fühlbarer macht. Drittens legen die versuchten Herstellungen zwar die Frage nahe, wie die genealogische Aufreihung der Ahnen, die doch nicht als rein äusserlicher Schmuck zu betrachten, sondern Sinn und Zweck aus dem Gedanken empfangen muss, in den sie gestellt ist, sich zu ihrer Umgebung verhalten solle, ob sie nur zu *gratia adsit*, oder auch zu *atque hoc lumen claret* in Beziehung stehen und welchen Absichten sie hier oder dort zu dienen bestimmt sei. Aber die Kritiker haben auf diese Frage keine Antwort, und scheinen den Versuch nicht gemacht zu haben, den Einfall, dem sie folgen, mit der Redeform, die er aufhellen soll, in Einklang zu setzen.

Aus diesen Gründen vornehmlich bin ich des Glaubens, dass auch Bücheler's Vorschlag *Gratia adsit*, so sehr er, einmal ausgesprochen, die Kritiker der Reihe nach geblendet hat, das Richtige verfehlt, und dass wir uns dabei nicht beruhigen dürften, auch wenn die Verbesserung den überlieferten Zügen sich besser anschmiegte, als von dem aus *ea est* gewonnenen *adsit* oder *astet* gelten kann.

Um aus dem Wirrsal der Meinungen zur Sache zu kommen, gehe ich, vom Sicheren zum Unsicheren fortschreitend, aus von dem ungetrübten und in seinem Wortverstande klaren Satze *atque hoc lumen candidum claret mihi*. Ich verstehe aber, wie Jeder verstehen muss, der unbefangen hinzutritt und nicht von Nonius' Erklärung oder kritischem Bedürfniss voreingenommen ist, 'diese helle Sonne leuchtet mir'; und den sinnlich gefärbten Ausdruck, dem auch hier, wie in den angeführten Versen der Griechen und des deutschen Dichters, das deictische Pronomen dienlich ist, nehme ich nach Maassgabe der aufgewiesenen Analogie in dem Sinne 'ich geniesse das Leben.' Und fragt man nun, die Kritik aus dem Zustand des

Rathens in den Gang verständiger Erwägung zu leiten, was mit diesem durch *atque* angefügten Satze zweckmässig sich verbinden konnte, so führt dieselbe Analogie zu der Erkenntniss, dass einheitlicher und mit der gegebenen Form der Rede genau sich ausgleichender Gedanke gewonnen wird, wenn die verderbte Stelle des Verses den parallelen Begriff des 'Daseins' enthielt. Denn wie hätte wohl Teucer sich angemessener ausdrücken können, als wenn er die Betheuerung seiner Unschuld in die Worte kleidete, 'So wahr ich durch meines Vaters Telamo und des Aeacus und des Urahns Jupiter Gunst (d. h. dankenswerthe Wohlthat) das Leben habe und mir diese helle Sonne leuchtet'? Und dieser Gedankenausdruck, wie er aus dem Dastehenden und deutlich Erkennbaren gezogen ist, so ist er auch unschwer aus dem Verschriebenen herzustellen: für *ea* nämlich mit nicht gewagter Änderung *esse* gesetzt, lautet das Verspaar

nam ita mihi Telamonis patris atque Aeaci et proavi Iovis
gratia *esse* est atque hoc lumen candidum claret mihi;

worin *gratia*, wie sich versteht, Ablativ ist. Der Infinitiv *esse* aber als Subject statt eines Nomens hat in der alten Sprache kein Bedenken, wie Lachmann zeigt zu Lucr. 4, 244; und *esse* ist im Sinne von *vivere* gesetzt, wie Virgil vom Marcellus sagt (Aen. 6, 870)

ostendent terris hunc tantum fata neque ultra
esse sinent;

und εἶναι öfters von Griechen gebraucht wird z. B. Od. 15, 433

ὄφρα ἴδῃ πατρὸς καὶ μητέρος ὑψερεφὲς δῶ
αὐτούς τ᾽; ἦ γὰρ ἔτ᾽ εἰσὶ καὶ ἀφνειοὶ καλέονται.

oder 8, 147 ὄφρα κ᾽ ἔῃσιν, 'so lange er lebt'; und 24, 263

ὡς ἐρέεινον
ἀμφὶ ξείνῳ ἐμῷ, ἤ που ζώει τε καὶ ἔστιν,
ἦ ἤδη τέθνηκε καὶ εἰν Ἀίδαο δόμοισιν.

Auch in Euripides Helena 686 οὐκ ἔστιν μάτηρ. Die beiden Ausdrücke aber *mihi esse est atque lumen claret mihi*, von denen der eine den andern aufnimmt und in anschaulicher Form fortsetzt, stehen zusammen, um von ähnlichen Zusammenordnungen, die früher erwähnt sind, abzusehen, wie in Euripides Electra 349

ΑΥ. τί φασίν; ἁνὴρ ἔστι καὶ λεύσσει φάος;
ΗΛ. ἔστιν λόγῳ γοῦν.

womit vergleichbar auch Helena 319

πυθοῦ πόσιν σὸν Θεονόης εἴτ᾽ ἔστ᾽ ἔτι
εἴτ᾽ ἐκλέλοιπε φέγγος.

Indem aber diese beiden Variationen desselben Begriffs zusammentreten und sich gleichmässig zu den Worten *Telamonis patris atque Aeaci et proavi Iovis gratiā* in Beziehung und Abhängigkeit setzen, hat

die Satzform angemessene Rundung erlangt und wir empfinden das Gewicht und die Zweckmässigkeit, dass Teucer nicht den Vater allein nennt, sondern auch seines Vaters Vater und Grossvater, denen allen er sein Leben zu danken hat: ungefähr wie Goethe von seinem mütterlichen Grossvater redend schreibt (D. u. W. 1, 2 S. 64 Loep.) 'ich habe sein Grab besucht und mich an dem einfachen Denkmal seines vorübergegangenen Daseins gefreut, dem ich das meine schuldig geworden.' Oder Menelaus in Euripides Helena 386 ff. in den Wunsch ausbricht, dass doch Pelops sein Leben gelassen hätte, bevor er den Atreus gezeugt, der sein und Agamemnons Vater geworden.[1]

Nachdem so, wie es scheint, befriedigender Zusammenschluss erreicht ist, soll uns Nonius beirren mit seiner Erklärung, dass *claret clareat* sei? Oder wenn diese Deutung dem Grammatiker nicht zu glauben ist, wie ich zu zeigen versucht habe, sollen wir dennoch dabei beharren, dass in Ennius' Verse Wunschform und Conjunctiv unentbehrlich sei, während sich uns ein in jedem Betracht angemessener Gedanke ergeben hat, der mit der Form des Wunsches unvereinbar ist? Und ist es denkbar, dass das Gewicht der Betheuerung, worauf alles ankam, in jener Redeform sich steigern liesse? Ja selbst wenn Jemand, im Übrigen der hier dargelegten Auffassung beitretend, um Nonius' Erklärung nicht preiszugeben, bei dem zweiten Theile des Satzes erst (*atque hoc lumen* etc.) eine Wendung zum Wunsche eintreten lassen wollte, 'So wahr ich durch meinen Vater Telamo usw. das Leben habe, und ich wünsche, dass mir diese Sonne leuchten möge', eine Form, mit der sich ausser anderem einigermaassen vergleichen liesse, was Plautus schreibt (Captiv. 4, 2, 97)

ita me *amabit* sancta Saturitas,
Hegio, itaque suo me semper *condecoret* cognomine,
ut ego vidi,

so bekenne ich auch einem solchen Gedanken nicht zustimmen zu können, der die zweite Hälfte des Satzes von *Telamonis Aeaci Iovis gratiâ* losreissen und unabhängig machen würde, sondern glaube trotz Nonius dabei beharren zu müssen, dass *claret* in Ennius' Verse bedeute, was es (neben *est*) vernünftiger Weise allein bedeuten kann, und der Dichter den beiden gleichartigen Hälften seines Gedankens

---

1 ὦ τὰς τεθρίππους Οἰνομάῳ Πῖσαν κάτα
Πέλοψ ἁμίλλας ἐξαμιλληθείς ποτε,
εἴθ' ὤφελες τόθ', ἡνίκ' ἔρανον εἰς θεοὺς
πεισθεὶς ἐποίεις, ἐν θεοῖς λιπεῖν βίον,
πρὶν τὸν ἐμὸν Ἀτρέα πατέρα γεννῆσαί ποτε,
ὃς ἐξέφυσεν Ἀερόπης λέκτρων ἄπο
Ἀγαμέμνον' ἐμέ τε Μενέλεων.

gleichartige Form gegeben habe, wie es die Natur der Sache und die Redeweise verlangt, die dieser Betrachtung Grundlage und Ausgang gegeben hat.

2.

Um die eigenthümlich Homerische Ausdrucksweise *οἰόθεν οἶος, αἰνόθεν αἰνῶς* aus der zu Grunde liegenden Vorstellung zu erklären, hat Imm. Bekker (Hom. Blätter 1. 287) hingewiesen auf die verbreitete Neigung der Griechen zur Steigerung des einfachen Begriffs die Herleitung des Gleichen aus dem Gleichen zum Ausdruck zu bringen. Er erinnerte an *δοῦλος ἐκ δούλου*, an *πονηροὶ ἐκ πονηρῶν*, wie bei Aristophanes die Demagogen, *ὄνοι ἐξ ὄνων γινόμενοι*, wie bei Lucian die Reichen genannt würden, und hinwiederum an *ἄριστος ἐξ ἀριστέοιν δυοῖν βλαστών* bei Sophocles, an *πίρωμις ἐκ πιρώμιος* der Aegyptischen Priester bei Herodot, sowie daran dass Plato die edelste Begeisterung mit *ἀρίστη τε καὶ ἐξ ἀρίστων*, Lucian die stetige und ewig frische Jugend mit *νέος ἐκ νέου* bezeichnet habe.[1]

Eine analoge Art ist die, nicht das Gleiche aus Gleichem, sondern das Entgegengesetzte aus Entgegengesetztem entstanden voll

---

[1] Weniges, das sich ungesucht dargeboten, will ich in der Anmerkung zu Bekker's Sammlung hinzufügen. Dem Homerischen *οἰόθεν οἶος* tritt *μοῦνος μουνόθεν* bei Herodot (1, 116) an die Seite, das ich für richtig halte, obwohl die Handschriften variieren, und von *νέος ἐκ νέου* nicht verschieden ist bei Sophocles (Oed. Col. 1447) *νέα τάδε νεόθεν ἦλθέ μοι νέα βαρύποτμα κακά.* Von der Priesterin schreibt Seneca (Controv. 1, 2) *sacerdos casta e castis, pura e puris.* Und das Typische der Ausdrucksweise zu empfinden, wird folgendes dienlich sein: Herodot 4, 3 *δοῦλοί τε καὶ ἐξ δούλων.* Sophocles Philoct. 384 *πρὸς τοῦ κακίστου κἀκ κακῶν Ὀδυσσέως*; 874 *ἀλλ' εὐγενὴς γὰρ ἡ φύσις κἀξ εὐγενῶν.* K. Oedip. 1397 *νῦν γὰρ κακός τ' ὢν κἀκ κακῶν εὑρίσκομαι.* Electr. 590 *καὶ παιδοποιεῖς, τοὺς δὲ πρόσθεν εὐσεβεῖς κἀξ εὐσεβῶν βλαστόντας ἐκβαλοῦσ' ἔχεις*, wie Electra zur Clytämnestra sagt. Euripides Andromach. 590 *ὦ κάκιστε κἀκ κακῶν.* Aristophanes Ritt. 336 fügt an des Wursthändlers *μὰ Δί' ἐπεὶ κἀγὼ πονηρός εἰμι* Demosthenes (dem die Worte besser als dem Chor zugeschrieben werden) *ἐὰν δὲ μὴ ταύτῃ γ' ὑπείκῃ, λέγ' ὅτι 'κἀκ πονηρῶν.'* Plato Phaedr. 246 a b *θεῶν ἵπποι τε καὶ ἡνίοχοι πάντες αὐτοί τε ἀγαθοὶ καὶ ἐξ ἀγαθῶν ... τῶν ἵππων ὁ μὲν αὐτῷ καλός τε κἀγαθὸς καὶ ἐκ τοιούτων, ὁ δ' ἐξ ἐναντίων τε καὶ ἐναντίος.* 274 a *οὐ γὰρ .. ὁμοδούλοις δεῖ χαρίζεσθαι ἀλλὰ δεσπόταις ἀγαθοῖς τε καὶ ἐξ ἀγαθῶν.* Theocrit 22, 56 *μήτ' ἀδίκους μήτ' ἐξ ἀδίκων φάθι λεύσσειν*; 213 *αὐτοί τε κρατέοντε καὶ ἐκ κρατέοντος ἔφυσαν.* Die Vorstellung von der Abstammung liegt zwar immer zu Grunde, aber sie lässt sich nicht immer mit begrifflicher Bestimmtheit auffassen; das Formelhafte aber verräth sich auch darin, dass *ἐκ κακῶν, ἐκ πονηρῶν* ohne Participium ganz wie ein zweites Adjectiv und zwar nicht bloss im Nominativ sich anschliesst, was in mehreren der hier citierten Beispiele sich zeigt, von Meineke aber verkannt wird, wenn er Aristophanes Frösch. 730 *τοῖς δὲ χαλκοῖς καὶ ξένοις καὶ πυρρίαις καὶ πονηροῖς κἀκ πονηρῶν εἰς ἅπαντα χρώμεθα* zu schreiben vorschlägt *κἀκ πονηρῶν οὕτω πάντα χ.*

auszudrücken. Theocrit 15, 106 sagt nicht 'du hast die Berenice unsterblich gemacht' sondern

Κύπρι Διωναία, τὺ μὲν ἀϑανάταν ἀπὸ ϑνατᾶς,
ἀνϑρώπων ὡς μῦϑος, ἐποίησας Βερενίκαν.

Und so reden Griechen und Römer oftmals, indem sie in der Liebhaberei die Gegensätze an einander zu rücken die Umwandlung aus dem Einen in das Andere erschöpfend ausdrücken. Sophocles K. Oedip. 454

τυφλὸς γὰρ ἐκ δεδορκότος
καὶ πτωχὸς ἀντὶ πλουσίου ξένην ἔπι
σκήπτρῳ προδεικνὺς γαῖαν ἐμπορεύσεται.

Antigone 1092

ἐξ ὅτου λευκὴν ἐγὼ
τήνδ᾽ ἐκ μελαίνης ἀμφιβάλλομαι τρίχα.

Aristophanes Ritter 1321

τὸν Δῆμον ἀφεψήσας ὑμῖν καλὸν ἐξ αἰσχροῦ πεποίηκα.

Euripides fr. 212 Nauck.

καὶ γὰρ ἐκ καλλιόνων
λέκτροις ἐν[1] αἰσχροῖς εἶδον ἐκπεπληγμένους.

Plato Politeia 3, 411 a ὥσπερ σίδηρον ἐμάλαξε καὶ χρήσιμον ἐξ ἀχρήστου καὶ σκληροῦ ἐποίησεν. Dionysius Halic. 3, 21 ὃς αὐτὸν ἐκ μικροῦ μέγαν ἐν ὀλίγῳ ϑεὶς χρόνῳ. Ebenso die Römer, Plautus vor allem: Epidicus 1, 1, 80.

neque ego nunc quomodo
me *expeditum ex impedito* faciam consilium patet.

Ebenda 5, 1, 38

di me *ex perdita servatam* cupiunt, si vera autumas.

Poenulus 5, 3, 45

restitue *certas mi ex incertis* nunc opes.

und 48

quantae e quantillis iam sunt factae.

Truculentus 2, 2, 64

vidi equidem *ex indomito domitum* fieri atque alias beluas.

Denn wer die Sprache kennt und die Überlieferung beachtet, wird einräumen, dass so, *ex indomito domitum*, Plautus schrieb und die Kritik hiervon den Ausgang zu nehmen hat, um das zu *atque alias beluas* erforderte Nomen wiederherzustellen. Captiv. 5, 2, 6

propemodum ubi loci fortunae tuae sint facile intelligis.
si eris verax, tua ex re: facies *ex mala meliusculam*.

---

[1] Wenn man ἐν in ἐπὶ ändert, schadet man, wie ich glaube, der Rede, die so zu ordnen ist ἐν αἰσχροῖς ἐκ καλλιόνων λέκτροις εἶδον ἐκπεπληγμένους.

Denn so, meine ich auch jetzt noch, ist die Rede zu ordnen (vgl. Hermes 17, 602). Plautus bei Varro de ling. Lat. 7. 66 M. *in Astraba* (cf. Winter Pl. fragm. p. 25)

axitiosae annonam *caram e vili* concinnant viris.

Terentius Andria 1, 1, 10

ut semper tibi
apud me iusta et clemens fuerit servitus,
scis. feci *ex servo* ut esses *libertus* mihi.

Hecyra 2, 1, 14

tum autem *ex amicis inimici* ut sint nobis adfines facis.

Livius 7, 24, 4

non cum Latino Sabinoque hoste res est quem victum armis *socium ex hoste* facias.

Auch hier soll mir die Beobachtung dienen einen viel umstrittenen Vers des Ennius zu sichern. Cicero schreibt de orat. 1, 45, 199

Quid est enim praeclarius quam honoribus et rei publicae muneribus perfunctum senem posse suo iure dicere idem quod apud Ennium dicat ille Pythius Apollo, se esse eum unde sibi si non populi et reges at omnes sui cives consilium expetant, suarum (summarum) rerum incerti, quos ego mea ope ex incertis certos compotesque consili dimitto, ut ne res temere tractent turbidas.

Cicero nennt den Dichter, aber nicht die Tragödie: man hat die dem Pythischen Apollo in den Mund gelegten Verse nicht ohne Wahrscheinlichkeit den Eumeniden des Ennius zugetheilt. Den ersten hat Cicero, wie er öfters thut, so mit seiner eigenen Rede vermischt, dass die ursprüngliche Fassung desselben nicht mit Sicherheit zu erkennen ist, doch ist untadelig, was jetzt meist geschrieben wird, wonach das ganze Bruchstück im Übrigen nach der Überlieferung so lautet:

unde sibi populi et reges consilium expetunt
suarum[1] rerum incerti; quos ego mea ope *ex*
incertis certos compotesque consili
dimitto, ut ne res temere tractent turbidas.

An den zweiten und dritten Vers haben sich die Bemühungen der Gelehrten geheftet, die hier, wie oft, ihren Grund allein in metrischen Bedenken haben. Denn die Rede ist ohne Anstoss und kann durch Änderung nicht gewinnen. Aber wenn es nicht heissen soll

---

[1] Ob *suarum* oder *summarum* geschrieben stand, ist nach den Handschriften, soviel ich erkennen kann, nicht zu entscheiden. Hat man aber zu wählen, so spricht meine Empfindung mehr für *suarum:* doch ist dies für die Hauptfrage untergeordnet.

quos egó mea ope sondern *quos ego ópe mea,* wie nach Reisig (Coniect. in Aristoph. p. 72) alle annehmen, so verlässt man dem rhythmischen Wohllaut zu Liebe, was stilistisch besser war. Und *ex,* das, wenn der Wortlaut bleiben soll, nur an *ope* am Ende des Verses hängen kann, hat den Kritikern viel Sorge bereitet, die entschlossen scheinen, die Praeposition an dieser Stelle nicht zu dulden. Reisig zwar (a. a. O.) war geneigt, dem römischen Dichter einzuräumen, was er den griechischen Dramatikern verwehrte. Hermann aber (opusc. 2, 275) gerieth auf eine seltsame Auskunft, indem er die Praeposition mit der unaussprechbaren Aphäresis des *e* an den Anfang des Verses setzte, *'x incértis certos compotesque consili.* Dagegen haben die Neueren sich der widerstrebenden Praeposition zu entledigen gesucht, oder das Metrum in anderer Weise entlastet.

pro incertis certos (Ribbeck)
in coeptis certos (Bücheler)
incepti certos (Ribbeck)
ex mestis certos (Müller)

sind die verschiedenen vorgeschlagenen Versanfänge. Ribbeck's ältester Gedanke (den ich früher adoptiert hatte) *pro incertis* verdirbt allein den Ausdruck nicht, aber wer auf die Beispiele sieht, wird nicht geneigt sein, *pro* für *ex* zu tauschen. Die anderen Conjecturen sind Vorschläge, wie sie die Verlegenheit der Kritiker oder auch die Geschicklichkeit Buchstaben zu wechseln zu tausenden erzeugt. So ist *ex maestis (mestis) certos* ein Ausdruck, den die Leichtigkeit der Änderung empfehlen soll, an dem aber das Sprachgefühl keinen Antheil hat, der *ex maestis laetos* verlangte, womit der Zusammenhang zerstört ward. Aber auch *in coeptis certos* oder *incepti certos* belasten ohne Noth und ohne Vortheil das Epitheton, das seinen ausreichenden und allein angemessenen Bezug an *suarum rerum* V. 2 hat. Wenn aber Ribbeck meint, noch einmal *incerti*, da eben vorherging *suarum rerum incerti*, sei dem Dichter nicht zuzutrauen,[1] so kann zwar über die Wiederholung die Vergleichung der oben angeführten Belege aus Terentius und Livius beruhigen. Ribbeck's Tadel aber zeigt, dass auch

[1] Denselben Anstoss hat Bergk (Kl. Schr. 1, S. 359) genommen, der zwar *ex incertis certos* schützt, obwohl er für den Ausdruck nichts weiter beibringt als den Vers des Tragikers Pomponius (286 R.) *ex humile rege*, was *regem* heissen müsse, und für die 'Elision' oder 'Aphäresis' der Praeposition *ex* auf G. Hermann verweist, dagegen in *summarum rerum incerti* den Sitz der Verderbniss erkennt und *suarum rerum inertes* vorschlägt, aber damit, wie billig, nicht zufrieden noch den weiteren Einfall drauf setzt, dass man mit Tilgung von *incerti* lesen könnte *consilium expetunt Summarum suarum rerum.* Es wäre nicht nöthig bei solchen Verkehrtheiten zu verweilen, wenn sie nicht mit der überlegenen Miene des Besserwissens vorgetragen würden. So mögen sie hier stehen als eine Probe der unmethodischen Methode, die in diesen Beiträgen zu altrömischen Dichtern auf jeder Seite sich darbieten.

er die eigenthümliche Natur der in Rede stehenden Ausdrucksweise nicht erkannt hat. Denn das lassen die zusammengestellten Beispiele bei näherer Prüfung leicht wahrnehmen, dass allemal die genau auf einander passenden Gegensätze untrennbar zu Einem Gedanken sich vereinigen, so dass wer hier an der Wiederholung mäkelt, nicht *ex incertis* sondern *ex incertis certos* angreifen müsste. dies aber sitzt fest in dem einmal gewählten Gedankenausdruck, in welchem *consilium expetunt suarum rerum incerti* und *ex incertis certos compotesque consili* mit Absicht genau einander entsprechend geformt sind.

Wenn demnach auf dem sicheren Grunde der nachgewiesenen Stileigenthümlichkeit feststeht, dass an *ex incertis certos* nicht zu rütteln ist, so lässt die metrische Form nur eine doppelte Möglichkeit offen, entweder

ĕx ĭncértis certos compotesque consili

mit Verkürzung von *ex* und *in* am Anfang des Verses, oder die Praeposition am Schluss des Verses

quos egó mea ope ex
incertis certos compotesque consili.

Das erstere hat bis jetzt Niemand dem Dichter zugemuthet (auch Ribbeck nicht, obwohl er so im Texte hat, was Bergk's wegen zu bemerken nöthig ist), und es wäre zu verwundern, wenn er dies gewollt hätte, da ihm der vocalische Ausgang des vorigen Verses das andere gestattete. Und so gewinnt das Ergebniss unserer Betrachtung einen über die einzelne Stelle hinausreichenden Werth, indem sie als untrüglicher Beleg für die Thatsache zu gelten hat, dass ein altrömischer Dichter die Praeposition von ihrem Nomen getrennt an das Ende des nächstvorangegangenen Verses zu stellen nicht verschmäht hat, und wird von diesem gesicherten Boden die Frage über die Grenzen dieses Gebrauchs mit mehr Zuversicht sich entscheiden lassen, über die, wie ich glaube, Sauppe's umsichtige Untersuchung (Ind. schol. Gotting. 1880 S. 8; vgl. Conradt Herm. 10 S. 106) das letzte Wort noch nicht gesprochen hat. Hier will ich nur an den Vers des Terentius erinnern, der, genau wie Ennius, sein *ex* an das Ende des Verses gestellt hat, Eunuch. Prolog 7

qui bene vortendo et easdem scribendo male ex
Graecís bonis Latinas fecit non bonas.

Denn so, wie Bentley las, und nicht wie die neueren Herausgeber,

ex Graecis bónis Latinas f. n. b.,

wird die Worte ordnen, wer dem Dichter lieber einen gelenken als einen holperigen Vers zutraut.

Wir kehren zu der besprochenen Redeweise zurück, die einem zweiten Bruchstücke des Ennius nützlich zu werden verspricht, selbst

aber noch eine besondere Nuance ihres Gebrauches aufweisen wird. Zu der Glosse *famul famulus* hat Nonius (S. 110, 7) folgendes Citat gefügt:

Ennius lib. viii 'mortalem summum (*summa* Leid.) fortuna repente reddidit summo regno famul ut optimus esset,'

in mehren Stücken fehlerhaft, wie der Augenschein lehrt; und die älteren Kritiker haben mit einfachen Mitteln die Schreibfehler corrigirt und folgende zwei Verse hergestellt:

mortalem summum fortuna repente
reddidit e summo regno ut famul infimus esset

oder *reddidit ut summo e regno f.* Aber damit nicht zufrieden, haben die letzten Herausgeber, indem sie volle Verse zu gewinnen trachteten, Folgendes als Ennianisch edirt, der Eine:

mortalem summum *miserum* fortuna repente
reddidit, *exutus* regno ut famul infimus esset;

der Andere:

mortalem summum fortuna repente *recidit,*
summotus regno famul ut *velut* infumus esset;

und haben damit, um von anderem zu schweigen, was diesen kühnen Neuerungen widerstrebt, beide, wenn auch auf verschiedenem Wege, die eigenthümliche Färbung des Ausdrucks *e summo regno ut famul infimus esset* glücklich beseitigt. Denn soll die Überlieferung etwas gelten, so muss der in ihr unzweifelhaft enthaltene Gegensatz zwischen *summo regno* und *famul infimus* unangetastet stehen, dessen Absicht deutlich ist und eine sprechende Analogie findet z. B. an dem, was Plautus schreibt (Captiv. 2, 2, 55):

me qui liber fueram servum fecit e summo infimum.

Allein dieser Gegensatz selbst muss Bergk nicht befriedigt haben, der (Kl. Schrift. 1 S. 359 vgl. 681) urtheilte, wenn auch nicht nothwendig, doch besser als *regno* sei *rege*. Während also die Genannten, von demselben Anstoss, wie es scheint, geleitet, die gegensätzliche Form des Gedankens ganz aufhoben, meinte er sie noch schärfer ausprägen zu sollen, und der von ihm begehrte Ausdruck *e summo rege ut famul infimus esset*, womit zu vergleichen, was Xenophon schreibt (Anabas. 3, 1, 17) ἐστρατεύσαμεν ἐπ᾽ αὐτὸν ὡς δοῦλον ἀντὶ βασιλέως ποιήσοντες, ist an sich freilich nicht zu tadeln. Aber wer den Einfall hatte, und er liegt so nahe, dass ihn gewiss mehre gehabt haben, musste auch, wenn er darüber nachdachte, einsehen, dass er nicht bloss nicht nothwendig, sondern vom Übel sei. Denn gerade die kleine Inconcinnität, welcher *rege* abhelfen sollte, dass sächliches und persönliches Nomen, *summo regno* und *famul infimus*, gepaart werden, ist sehr geeignet, die Ursprünglichkeit dieser Form zu befestigen.

Denn das ist die erwähnte Besonderheit dieser Redeweise, dass die aneinander gerückten gegensätzlichen Glieder mitunter in der Form nicht völlig ausgeglichen sind. So schreibt Euripides fr. 336

τοὺς δ' ἐκ μεγίστης ὀλβίας τυραννίδος
τὸ μηδὲν ὄντας,

ein Ausdruck, der allein genügt, den Ennianischen Vers vor jeder Willkür zu schützen. Hecuba 55

ὦ μῆτερ ἥτις ἐκ τυραννικῶν δόμων
δούλειον ἦμαρ εἶδες.

Elektra 305

ὑπὸ στέγαισί τε
οἵαισι ναίω βασιλικῶν ἐκ δωμάτων.

Helena 1021

εὐεργετῶ γὰρ κεῖνον οὐ δοκοῦσ' ὅμως,
ἐκ δυσσεβείας ὅσιον εἰ τίθημί νιν,

während 1029 οὔποτε κεκλήσει δυσσεβὴς ἀντ' εὐσεβοῦς in genauer Entsprechung steht. Aristophanes Ritt. 704

οἷον ὀψομαί σ' ἐγὼ
ἐκ τῆς προεδρίας ἔσχατον θεώμενον.

Und concinner als Ennius hat auch Seneca nicht geschrieben (de ira 3, 17, 1)

parum adulantem et pigre ex Macedone ac libero in Persicam servitutem transeuntem,

was leicht auszugleichen war, wenn es dem Schriftsteller darauf ankam.

So sicher man hiernach bei der hergebrachten Schreibung des zweiten Verses sich beruhigen kann, *reddidit e summo regno ut famul infimus esset,* der erste lässt durch Schuld der Überlieferung ein Bedenken offen, das ich nicht ebenso leicht zu beseitigen weiss. Hat Nonius vollständigen Satz angeführt, so wird mit der den Griechen geläufigen Zurückziehung des Subjectes des abhängigen Satzes in den Hauptsatz[1] so zu verbinden sein: *fortuna summum mortalem reddidit (fecit) ut esset e regno famulus.* Möglich aber, dass Nonius, wie er den ersten Vers unvollständig liess, so auch ein zum Hauptsatz gehöriges und unentbehrliches Nomen übersprungen hat, Ennius aber seinen Gedanken in doppeltem Ausdruck ausgeführt hatte, etwa in dieser Form (um ein Beispiel zu geben, nicht um eine Berichtigung zu versuchen)

imum mortalem summum fortuna repente
reddidit e summo regno ut famul infimus esset.

[1] Wie, um ein dem unseren sich annäherndes Beispiel zu erwähnen, Aristophanes Ritt. 351 schreibt: τί δαὶ σὺ πίνων τὴν πόλιν πεποίηκας ὥστε νυνὶ ὑπὸ σοῦ μονωτάτου κατεγλωττισμένην σιωπᾶν;

Diesen Zweifel muss ich bestehen lassen und bin der Ansicht, dass man die Entscheidung nicht erzwingen könn. Dass aber Nonius in seinen Citaten mitunter überspringt, was der Gedanke nicht entbehren kann (denn ihm wird man dergleichen lieber als seinen Abschreibern beimessen), können Beispiele zeigen, wie wenn er S. 472, 7 anführt

> luctant pro luctantur. Ennius lib. viii. viri a validis viribus luctant.

Denn ich hege noch immer die Meinung, obwohl die neuesten Herausgeber sie der Erwähnung nicht werth gefunden haben, dass ich den Vers ehemals richtig ergänzt habe:

> *fortuna* varia validis *cum* viribus luctant.

Denn erstlich schrieb Ennius gewiss nicht, was jenen nach andern gefiel, *validis a viribus*, sondern, da die Versform an dieser Stelle die Ergänzung einer Silbe verlangt, *validis cum viribus*,[1] wie Lucretius (1, 287 vgl. Munro's Anm.) *validis cum viribus*, wie Cicero (Arat. 146) *magnis cum viribus*, wie Virgil (Aen. 5, 368) *vastis cum viribus*. Sodann, da die übrigen Handschriften *viri a*, die Bamberger allein *varia* hat, sollte einleuchtend sein, dass nicht jenes, das vollständigen Sinn giebt, sondern dieses, das für sich allein unverständlich ist, das ursprüngliche sei (wie diese Handschrift auch sonst mitunter allein das Richtige gewahrt hat[2]), und in diesem Falle bietet sich *fortuna* ohne Schwierigkeit als Ergänzung dar, die in dieser Ordnung der Epitheta *fortuna varia validis cum viribus* zweckmässig Vers und Satz vervollständigt. Und dass hier im neunten Buch, d. h. mitten im Hannibalischen Krieg, ein Gedanke, wie der durch die Ergänzung gewonnene am Platz war, kann, wenn es dessen bedarf, der Ausdruck lehren, den Livius, der unzähligemal von der *varia belli fortuna* redet, im Anfang seines ein und zwanzigsten Buchs auf diesen Krieg angewendet hat, *adeo varia belli fortuna ancepsque Mars fuit, ut propius periculum fuerint qui vicerunt.*

Ein zweites Beispiel zeigt ein ähnliches Verfahren des Nonius. S. 385, 6 schreibt er:

---

[1] Auch Ann. 36 ist zu schreiben

> et cita cum tremulis anus attulit artubu' lumen.
> talia tum memorat lacrimans exterrita somno.

Was *cum* betrifft, über das man auch unrichtig geurtheilt hat, so seien noch zwei Verse des Ennius ihrer Gleichartigkeit wegen hier zusammengestellt:

> 28 cum saevo obsidio magnus Titanu' premebat.
> 477 cum magno strepitu Volcanum ventu' vegebat.

Überdies vgl. meine Bemerkungen Rhein. Mus. 14, 567. Hermes 12, 400.

[2] Wie, um nicht ohne Beispiel zu reden, Pacuv. 291 Ribb. *oneratus;* Accius 631 *aere*, und besonders Accius 485. Vgl. auch Enn. 277 R. Für *varia* kommen übrigens, wie ich aus Quicherat's Apparat entnehme, zum Bambergensis noch ein paar handschriftliche Zeugnisse hinzu.

> rumor favor auxiliatio. Virg. lib. VIII. ergo iter inceptum peragunt rumore secundo; hoc est prospero favore et auxilio fluminis. Fenestella annali lib. XXII . . . invidiam . . concitare secundo quidem populi rumore coepit. Ennius annali lib. VII. legio redditu rumore ruinas mox auferre domos populi rumore secundo.

Schon die übereinstimmende handschriftliche Überlieferung *redditu rumore* (*reddit virumore* Bern.) kann zeigen, dass das Fragment des Ennius nicht heil überliefert ist, und wer auf das wiederkehrende *rumore* sah, konnte leicht zu der Annahme kommen, der ich ehemals mit anderen gefolgt bin, dass zwei getrennte Bruchstücke vorlägen, die man statt in Eins zu verarbeiten, von einander zu sondern habe. Allein Ribbeck (Rhein. Mus. 1856. Bd. 10. S. 280) war im Recht, wenn er den Fehler nicht in *redditu* sondern in eben jenem *rumore* sah, und sein Vorschlag *legio reddit urbemque ruinas* bezeichnet die Form des Gedankens richtig, doch gewinnt die Verbesserung aus mehr als einem Grunde an Wahrscheinlichkeit, wenn aus *redditurumore* nicht *reddit urbemque* sondern *redditūrumque* d. i. *reddit murumque* gewonnen wird und der Vers demnach so lautete: *legio reddit murumque ruinas*. So ergiebt sich, Nonius hat mit dem Anfang des Verses das zu *murumque* unentbehrliche Wort übersprungen und dadurch selbst zur Verderbniss jenes beigetragen. Die Ergänzung bleibt unsicher: wer sich aber erinnert, wie oft Livius *turris* mit *murus* verbindet (z. B. 31, 23, 4 *paucis militibus turrim proximam murumque circa scalis cepit;* 32, 9, 2; 37, 32, 2; 34, 29, 6) wird die Vermuthung nicht tadeln, dass Ennius' Rede ungefähr folgende Fassung gehabt habe:

> *iam turrim* legio reddit murumque ruinas,
> mox auferre domos populi rumore secundo

Wie passend in so geformtem Gedanken *ruinas* sei, können gleichfalls viele Stellen des Livius zeigen (31, 17, 2; 46, 15. 36, 24, 4). Leider ist es mir nicht geglückt (Ribbeck's Annahmen sind durch seine Schreibung bedingt), die specielle Beziehung dieses aus dem siebenten Buch der Annalen citirten, also dem ersten Punischen Kriege angehörigen Bruchstücks aufzufinden; im Allgemeinen aber kann zur Festigung der hergestellten Form Livius' Erzählung von der Zerstörung Alba's (1, 29) dienlich sein.

Über die arabische Übersetzung der Aristotelischen Poetik.

Von H. Diels.

Hr. Vahlen hatte bereits in der Vorrede seiner Ausgabe der Aristotelischen Poetik (3. Aufl. S. XI) auf die arabische Übersetzung dieser Schrift aufmerksam gemacht und daraus die Bestätigung der schönen Ergänzung von Bernays 47^{b}9 ἀνώνυμος mitgetheilt (S. 89). Er entnahm dies der Übersetzung, welche ihm Hr. Sachau nach seiner Abschrift zur Verfügung gestellt hatte. Weiteres ist seitdem nicht bekannt geworden, obgleich man mit Sicherheit erwarten durfte, dass eine von unserem griechischen Archetypus (P) unabhängige Quelle der Überlieferung dem entstellten Texte des wichtigen Schriftchens zu Hilfe kommen werde. Wenn man bedenkt, welcher Scharfsinn auf die Deutung und Verbesserung dieses Fragmentes namentlich in der letzten Generation verwendet worden ist, so musste jede auch die kleinste Vermehrung des thatsächlichen Materiales mit Ungeduld erwartet werden. Aber während man bei uns vor der Schwierigkeit des Unternehmens zurückschreckte, hat ein Fellow der Oxforder Universität das Wagestück unternommen. Im vorigen Jahre sind in London die Analecta orientalia ad Poeticam Aristoteleam von D. Margoliouth erschienen, welche die arabische Übersetzung aus der einzigen Handschrift Paris. 822 A und daneben die zur Ergänzung und Herstellung des arg zerrütteten und schwer lesbaren Textes unbedingt nothwendigen Commentare des Avicenna und Barhebräus enthalten. Den Text des Averroes hatte bereits Lasinio Pisa 1872 herausgegeben. Mit diesen Hilfsmitteln hat der englische Herausgeber die arabische Uebersetzung (A), die er dem Abu Bashar (s. X) zuschreibt, hergestellt und mit kritischen Anmerkungen begleitet. Diesen arabisch-syrischen Theil seiner Analecta zu beurtheilen, ist nicht meines Amtes. Ich habe mich vielmehr bloss mit den ausgewählten Proben seiner lateinischen Übersetzung beschäftigt, die er dazu benutzt um die von P abweichenden Stellen des arabischen Textes kritisch zu besprechen

und daraus eine Restitution des Aristoteles zu versuchen. Der Verfasser ist auf dem Gebiete der griechischen Litteratur kein Neuling, da er sein kritisches Talent wiederholt auf dem Gebiete der Tragiker versucht hat. Leider ist sein kühnes und wenig methodisches Vorgehen, das man jenen Versuchen zum Vorwurf macht, auch bei dieser Arbeit, welche die grösste Behutsamkeit verlangt, nicht selten über das Ziel hinausgeschossen. Ich kann an dieser Stelle nicht die mannigfachen Irrungen verfolgen, welche in Folge mangelhafter Kenntniss der aristotelischen Schrift und ihrer Litteratur untergelaufen sind; doch ist anzuerkennen, dass es ihm allerdings öfter gelungen ist die Überlieferung von A als die richtige zu erweisen und dadurch zahlreichen Vermuthungen älterer und neuerer Kritiker den Stempel der Urkundlichkeit aufzuprägen. An einigen wenigen Stellen hat er nach meiner Meinung auch durch geschickte eigene Emendation des von A Gebotenen den griechischen Text hergestellt.

Ich möchte hier seine Arbeit ergänzend einige dieser arabischen Varianten besprechen, die an wichtigen Stellen über unsere griechische Überlieferung hinauszuführen scheinen. Es sind diese Spuren reinerer Tradition um so mehr zu beachten, als sich zwischen A und P sonst eine völlige Übereinstimmung nicht nur in den grossen Schäden des Textes, sondern auch in kleinen und späten Fehlern ergibt. So ist z. B. 60^a2 die durch itacistische Unart entstandene Corruptel *μὴ γνύη* in P statt des richtigen *μιγνύσι* in der A zu Grunde liegenden syrischen Übersetzung als *μὴ γνοίη* verstanden worden, wenn nicht deren griechische Vorlage bereits so geschrieben hatte. Die neue Quelle beweist also, dass die Entstellung des Textes bereits zu Anfang der byzantinischen Zeit entstanden ist. Sie lehrt ferner deutlich, dass zwei Arten der Corruption, unabsichtliches Auslassen und absichtliches Interpoliren, wie bei allen andern aristotelischen Schriften, so auch hier, in ganz überwiegender Weise für den jetzigen Zustand der Überlieferung verantwortlich zu machen sind. Man wird den methodischen Wink, der in dieser Thatsache liegt, künftig noch mehr, als es bereits geschehen ist, nutzen müssen.

So ergibt sich z. B. die Möglichkeit, die schwierige Stelle 50^a12 *τούτοις μὲν οὖν οὐκ ὀλίγοι αὐτῶν ὡς εἰπεῖν κέχρηνται τοῖς εἴδεσιν* durch Ausscheidung des Anstössigen *οὐκ ὀλίγοι αὐτῶν* verständlich zu machen. Denn, wie der Her. gesehen hat, scheint A diese Worte nicht gelesen zu haben, wenn er in einer allerdings erweiternden Paraphrase übersetzt *haec sunt quae usurpant; nam usurpantur species hae omnino.* Wenn er nun aber glaubt, dass das Glossem sich noch weiter erstrecke und die Worte *οὐκ ὀλίγοις αὐτῶν ὡς εἰπεῖν* umfasse, dass ferner der Begriff *omnino* einem ausgefallenen *πάντως* entspreche, so ent-

behrt diese Vermuthung der Wahrscheinlichkeit. Denn zugegeben, dass οὐκ ὀλίγοις (wie er ändert) ein passendes Interpretament von πάντως ist, so sieht man doch nicht ein, was den Glossator zu der für ihn schlechterdings sinnlosen Phrase ὡς εἰπεῖν veranlasst haben sollte. Vor allem aber ist dem Her. entgangen, dass gerade dieses ὡς εἰπεῖν die gewünschte Bedeutung *omnino*, die der Zusammenhang fordert und A darbietet, im aristotelischen Sprachgebrauche haben kann.[1] Denn die vorsichtige und exacte Ausdrucksweise des Aristoteles hat eine ganze Reihe von Ausdrücken der Limitation geschaffen, welche unberechtigter Verallgemeinerung vorbeugen sollen. Wie unendlich oft die Redensarten ὡς ἐπίπαν, καθόλου, ἐπὶ τὸ πολύ, κατὰ παντός, τύπῳ u. s. w. εἰπεῖν, die Adverbien ἴσως und σχεδὸν gebraucht sind, wie sie fast zum typischen Bestande des peripatetischen Stils gehören, das ist jedem Leser des Aristoteles geläufig. Scheidet man also nach A die interpretirenden Worte οὐκ ὀλίγοι (oder ὀλίγοις) αὐτῶν aus, so bleibt der wohl verständliche Satz übrig: τούτοις μὲν οὖν ὡς εἰπεῖν κέχρηνται τοῖς εἴδεσιν. Diese Einschränkung des universalen Urtheils war um so gebotener, als ja Aristoteles selbst nachher ausführt, dass es auch Tragödien ohne ἦθος geben könne und gäbe. Fraglich kann es nur noch bleiben, ob der folgende Satz καὶ γὰρ ὄψεις ἔχει πᾶν καὶ ἦθος καὶ μῦθον καὶ λέξιν καὶ μέλος καὶ διάνοιαν ὡσαύτως sich damit vereinige, oder ob man statt des auch schon früher beanstandeten πᾶν etwa ἐπίπαν schreiben solle.

Bei der Unbestimmtheit der arabischen Übersetzung, die zuweilen in das Phantastische abirrt und bei dem interpolirten Zustande, in dem sich bereits deren griechisches Original befunden haben muss, ist die dringendste Vorsicht bei der Aufnahme der Zusätze aus A geboten. Doch scheint mir dies allerdings an einzelnen Stellen nothwendig, wie denn ja ausser der oben erwähnten Ergänzung von Bernays noch viele andere nicht minder wahrscheinliche jetzt ihre Bestätigung gefunden haben. Auch den Zusatz 58^{b} 8 *et corripiebat ubi volebat* halte ich dem Sinne nach für nothwendig und zur Herstellung des Pentameters 58^{b} 10 unentbehrlich. Anders urtheilt hierüber freilich Hr. Margoliouth, der im Arabischen wie im Griechischen sehr unwahrscheinliche Conjecturen vorgebracht hat. Doch ich will hier nur einige weitere Beispiele von Ergänzungen aus A besprechen.

Wir lesen im c. 15 die Ausführung, dass der edle Charakter je nach Stand und Geschlecht verschieden ist und dass vor Allem die

---

[1] S. Hist. an. Z. 14. 568^{b} 2 ὅσα δ' ἂν τῷ θορῷ μιχθῇ τῶν ᾠῶν, εὐθύς τε λευκότερα φαίνεται καὶ μείζω ἐν ἡμέρᾳ ὡς εἰπεῖν (*in der Regel*), vgl. Pol. Δ 15. 1299^{a} 29. S. Waitz z. Organon I 401.

Angemessenheit der Charaktere in Betracht kommt. $54^a 22$ δεύτερον δὲ τὰ ἁρμόττοντα· ἔστιν γὰρ ἀνδρεῖον μὲν τὸ ἦθος, ἀλλ' οὐχ ἁρμόττον γυναικὶ * * τῷ ἀνδρείαν ἢ δεινὴν εἶναι. Die Lücke des Vahlen'schen Textes schliesst sich, wenn auch in anderer Weise als man bisher vermuthet hatte, durch A. Dort lautet der Satz: *consuetudo enim quae est virorum invenitur, tamen non convenit feminae, ne ut appareat quidem in ea omnino.* Der Herausgeber hat richtig gesehen, dass der Araber das anstössige τῷ ἀνδρείαν ἢ δεινὴν εἶναι auslässt. Aber die Herstellung des Aristotelischen Gedankens ist ihm nicht geglückt. Das Glossem hat nämlich das in A erscheinende *ne ut appareat quidem in ea omnino* verdrängt, das in Aristotelischer Kürze lauten dürfte ὥστε μηδὲ φαίνεσθαι καθόλου. Die ἀνδρεία kommt in Ausnahmefällen auch bei einzelnen Frauen vor, aber niemals als allgemeiner Charakter des Geschlechtes. (Vgl. Pol. A 13. Γ 4). Dies verstand der Glossator ganz richtig, als er hinzuschrieb τῷ (lies τὸ) ἀνδρείαν ἢ δεινὴν εἶναι. So ist es begreiflich, wie das Echte durch die Randbemerkung ausgestossen werden konnte.

Die wichtigste Bereicherung erfährt $57^a 34$, εἴη δ' ἂν καὶ τριπλοῦν καὶ τετραπλοῦν ὄνομα καὶ πολλαπλοῦν, οἷον τὰ πολλὰ τῶν † μεγαλιωτῶν Ἑρμοκαϊκόξανθος. Wir lesen in A: *sicut multa de Massaliotis Ermokaikon Xanthus qui supplicabatur dominum caelorum.*[1] Das einzig Brauchbare, das der Her. hier beibringt, ist die Bemerkung, dass man im Syrischen unter *dominus caelorum* den Zeus verstehe. Was nun den Zusatz des A anbetrifft, so ist ja kein Zweifel möglich, dass er weder im Griechischen noch in den orientalischen Übersetzungen interpolirt sein kann. Und der überlieferten Penthemimeres fügt sich der Hexameterschluss ohne grosse Mühe an:

Ἑρμοκαϊκόξανθος ἐπευξάμενος Διὶ πατρί.

Wir haben also einen Vers vermuthlich aus einem komischen Epos. Denn die Parodie des zweimal in der Ilias erscheinenden Ἀτρείδης Μενέλαος ἐπευξάμενος Διὶ πατρί ist offenbar.

Wenn also der Dichter dieser Epopöe den ξανθὸς Μενέλαος in einen Ἑρμοκαϊκόξανθος verwandelt, so muss dies eine satirische Pointe auf die Anwohner der beiden Flüsse haben, deren Namen zu so grotesker Wortbildung zusammengekoppelt worden sind. Ich wüsste nicht, wer anders damit getroffen werden könnte als Phokaia, das auf der vorspringenden Landzunge mitten zwischen den Ausflüssen der beiden Ströme liegt und die Einfahrt zu beiden beherrscht.

[1] Die Richtigkeit der Übersetzung wird mir von fachmännischer Seite bestätigt. Wörtlicher wäre *supplicans.* Das arabische Participium ist ohne Zeitbestimmung, kann also einem ἐπευχόμενος oder ἐπευξάμενος gleich gut entsprechen.

Die Farbe wird also hier komisch durch diese beiden Flüsse näher bestimmt; ob wegen der Farbe des Wassers oder wegen des Goldreichthums, der bei dem vom Paktolos bewässerten Hermos jedenfalls zutrifft, das mag dahin gestellt bleiben. Wenn man jetzt das vor dem Hexameter in P Überlieferte οἷον τὰ πολλὰ τῶν μεγαλιωτῶν überlegt, so wird man schwerlich mehr die neueren Herstellungen wahrscheinlich finden, von denen bisher die Vahlen'sche Lesung οἷον τὰ πολλὰ τῶν μεγαλείων (ὧν) den Vorzug zu verdienen schien. Denn was bei dem vereinzelten Ausdrucke Ἑρμοκαϊκόξανθος passend scheinen konnte, verliert jetzt einem vollen Verse gegenüber und zudem einem komischen seine Glaubhaftigkeit. Da bietet nun der Araber, wie es scheint, wieder das Richtige: *sicut multa de massiliotis* (genauer *de* [genit. partitiv.] *massiliota*). Das würde also dem Griechischen οἷον τὰ πολλὰ (scil. ὀνόματα) τῶν Μασσαλιωτῶν entsprechen. Es hat wenig Zweck mit dem Her. daran zu erinnern, dass ein Massaliote bei Demosthenes den Namen Ζηνόθεμις trägt. Denn diese völlig regelmässige Bildung der griechischen Eigennamen konnte Aristoteles hier nicht durch Beispiele erläutern wollen. Er hat es auf die πολλαπλᾶ abgesehen, wobei ihm die vielen possierlichen Namen der Massalioten in jenem Epos einfielen, auf welches er in seiner bekannten andeutenden Weise durch den citirten Vers hinzeigt.[1] Wenn also die Überlieferung keinen weiteren Schaden gelitten hat (für πολλὰ möchte ich nicht einstehen), so müssen in jenem komischen Epos ausser jenem Hermokaïkoxanthos noch viele andere Massalioten mit ähnlichen Namen aufgetreten sein.[2] Man wird unwillkürlich an den Pyrgopolinikes der neuen Comödie erinnert, der seinerseits wieder mit Namen wie Bombomachides, Klytomestoridysarchides um sich wirft. Der Vers des Aristoteles reicht wohl nicht hin, über Zeit, Absicht und Inhalt jener satirischen Epopöe Vermuthungen aufzustellen. Doch wird man darauf hinweisen dürfen, dass Massalia, das im Alterthum in dem allgemeinen Rufe ungewöhnlicher Sittenstrenge steht (Val. Max. II 6, 7 ff., Strabo IV p. 181 ff., deren ursprüngliche Quelle vielleicht Aristoteles πολ. Μασσαλιωτῶν ist), im Sprichwort für ein zweites Korinth gilt (Athen XII 523 c, vgl. Paroemiogr. II 382, 69; Liv. XXXVIII 17, 12). Vielleicht stammt dieser schlimme Ruf aus jenen Massaliotika, die Aristoteles kennt.

Auf einige andere, wichtigere Stellen einzugehen wird man erst dann den Muth finden, wenn die Lesung Margoliouth's sorgfältig

---

[1] S. *Über das dritte Buch d. Ar. Rhetorik* Abh. d. B. Ak. 1886, S. 19 u. f.

[2] Der Sprecher der Phokäer in Sparta heisst bei Herodot I 152 Πύθερμος. Sein prahlerisches Auftreten daselbst wird mit deutlichem Spotte geschildert.

revidirt und nicht bloss einzelne Fragmente, sondern der ganze Zusammenhang des arabischen Textes durch eine kritische Übersetzung zugänglich gemacht sein wird. Ich schliesse mit dem Wunsche, dass diese Arbeit bald von einem aristotelisch gebildeten Orientalisten oder einem Syrisch und Arabisch verstehenden Aristoteliker unternommen werde.

Ausgegeben am 26. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
IV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

26. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstags Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, welcher Ihre Excellenzen der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler und der Wirkliche Geheime Rath Hr. Greiff sowie das Ehrenmitglied der Akademie, Seine Excellenz der General-Feldmarschall Graf von Moltke beiwohnten, mit folgender Festrede:

Grosse Männer der Geschichte erkennen wir daran, dass sie nicht durch einzelne Werke und Thaten, sondern durch ihre Person der Zeit das Gepräge geben, und wenn Kant zuerst von einem Zeitalter Friedrich's sprach, so dachte er nicht an Rossbach oder Leuthen, sondern an das, was ausserhalb aller Berechnung eines Feldherrn und Staatsmanns liegt. Diese unbewusste Kraft des Genius tritt uns am lebendigsten vor Augen, wenn wir der vaterländischen Dichtung gedenken und der Stellung, welche der König, dessen Andenken wir heute feiern, zu ihr einnahm.

Darüber hat er sich selbst ausgesprochen, als er im November 1780 seine Gedanken über die deutsche Litteratur veröffentlichte. Es war ein Schriftchen von 80 Seiten und man könnte der Ansicht sein, dass es angemessen sei, ihr keine besondere Bedeutung beizulegen. Denn auf diesem Gebiete war der Königliche Schriftsteller am wenigsten unbefangen und am wenigsten des Stoffes Herr. Die französische Poesie ruhte ja wesentlich auf Reminiscenzen des Alterthums. Wollte

man also ohne Kenntniss der Originale über das Wesen der Kunst und ihre Gattungen urtheilen, so wäre das nicht viel anders, als wenn man nach gemalten Blumen oder nach ausgestopften Thieren über die Natur reden wollte. Das tiefere Verständniss, das Winckelmann und Lessing für die Antike, das Herder für die Volkspoesie eröffnet hatten, war für jene Schrift noch nicht vorhanden.

Und dennoch ist es nicht etwa unsere Pflicht, mit respectvollem Schweigen an ihr vorüberzugehen: wir sind vielmehr dem jetzigen Verwalter des Göthe-Archivs aufrichtig dankbar, dass er sie von Neuem aus der Vergessenheit gezogen und als einen der denkwürdigsten Wendepunkte unserer neueren Cultur- und Litteraturgeschichte vielseitig beleuchtet hat.[1] Denn wir thun hier einen tieferen Blick in das Innere des grossen Königs, wir vernehmen den Wiederhall der Königsworte aus den litterarischen Kreisen und werden endlich in die eigenthümliche Entwickelung unserer vaterländischen Dichtkunst lebendiger eingeführt.

Die gerechte Würdigung zeitgenössischer Talente ist eine der schwierigsten Aufgaben, und es wäre die kleinlichste Schulmeisterei, wenn man den König darüber gleichsam zur Rechenschaft ziehen wollte, dass er in seinem von Kriegs- und Friedensarbeit ausgefüllten Herrscherleben diesem Gegenstande keine eingehendere und umsichtigere Untersuchung zugewendet habe. Von der Natur eines Helden ist eine gewisse Einseitigkeit unzertrennlich; er muss aller Orten auf festem Boden stehen; er ist gewohnt entschlossen zu denken wie zu handeln. Und doch ist Friedrich hier nicht ganz der eiserne Mann; doch verläugnet der König (und das giebt der Schrift einen so liebenswürdigen Charakter) sein deutsches Gemüth nicht, und so unerschütterlich er auch an der Bewunderung des gallischen Classicismus festhält, die ein Stück seiner selbst ist und von der er nicht lassen kann ohne in sich unsicher zu werden —, so hält ihn dennoch eine Stimme des Innern zurück, die nächstliegenden Folgerungen zu ziehen. Denn er denkt nicht daran, die Deutschen bei ihren mustergültigen Nachbarn in die Schule zu schicken; er hat sein Volk zu gründlich erprobt, um ihm die Rolle von Nachtretern zuzumuthen. Eine überzeugungsfeste Ahnung sagt dem greisen Könige, dass das Volk, mit dem er seine Lebensarbeit gethan, eine andere Zukunft haben müsse, eine eigene und grosse, die nur durch unverschuldete Ungunst der Verhältnisse verzögert worden sei. Seine Augen waren gehalten, so dass er die um ihn wandelnden Männer der Zukunft nicht erkannte; aber im Geiste sah

[1] Bernhard Suphan: Friedrich's des Gr. Schrift über die deutsche Litteratur. Berlin 1888.

er das neue Geschlecht und nach seinem eigenen Ausdruck stand er wie Moses auf der Höhe, in das gelobte Land hinüberweisend. Wie konnte er aber der von ihm selbst verschmähten Sprache grössere Ehre erweisen, als wenn er verkündete, die Nachbarn würden kommen, sie zu lernen und sie würde bald von einem Ende Europa's bis zum andern gehört werden.

Das war ein echtes Seherwort, dessen Inhalt als etwas ganz Unvermitteltes erscheinen musste, und doch mit warmer Ungeduld schon für die nächste Zeit in Aussicht gestellt wurde. Es entstammte, wie jedes Prophetenwort, nicht dem klügelnden Verstande, sondern dem Herzen. In patriotischer Bewegung ist der König hier über sich selbst hinausgegangen. Der Spott wandelt sich in Anerkennung, schonungsloser Tadel in einen Aufruf zu kräftigem, frohem Selbstgefühl. Leicht kann es kommen, sagt er, dass die Letzten die Ersten werden, und so klingt die Schrift, so absprechend und demüthigend sie begonnen, in einen Glückwunsch und Segensspruch aus, welchen der König seinem Volke mitgiebt.

Und wie wurde sie aufgenommen?

Des versöhnenden Schlusses ungeachtet war sie doch wie eine Art Ungewitter, das sich unerwartet entlud und sehr verschiedene Stimmungen hervorrief. Zufrieden konnte im Grunde Niemand sein; am ehesten die auf Shakespear, Klopstock, Göthe ärgerlichen Gotschedianer, und ihre Zustimmung war im Grunde die schärfste Kritik. Still wehmüthig schwiegen die Poeten, welche sich zunächst zu Friedrich gehalten hatten und sich nun doch so gänzlich unbeachtet sahen. Mit männlichem Ernste traten die Männer auf, die zur Vertiefung deutscher Geistesart am meisten gethan, vor Allen Hamann. Er war von der Ungerechtigkeit des Urtheils am tiefsten verletzt; er wollte den Musendienst nicht wie einen Heerdienst disciplinirt sehen; er verwahrte sich gegen alle wälschen Vorbilder und war nur mit Mühe von einem derben Protest zurückzuhalten.

Klopstock war in seinem Hochgefühl von Allen am schwersten gekränkt. Er war auch trotz seines Dichterstolzes derjenige, der auf Ehrensold und Anerkennung besonderes Gewicht legte und am meisten nach Fürsten ausschaute. Er erklärte Friedrich für einen Fremdling im Vaterlande und da er sich als deutscher Barde im Besitze der Walhallaschlüssel fühlte, glaubte er dem König wegen Versäumniss heiliger Pflichten mit dem Verlust der Unsterblichkeit drohen zu müssen.

Von allen Gegenschriften war keine selbstloser, sachlicher und würdiger als die von Justus Möser. Der Mann, der uns zu deutscher Art zurückgeführt hat, war auch vor Allen berufen für die freie

Entfaltung deutscher Dichtung einzutreten und den geschmähten Götz zu vertheidigen. Im Gefühl seiner guten und unverlierbaren Sache war er ohne Bitterkeit; ja, er war unbefangen genug auch in dem Preussenkönig das deutsche Herz voll und warm anzuerkennen.

Herder, der von Friedrich's Akademie dreimal Gekrönte, hatte vielleicht am meisten Ursach sich über des Königs Schweigen zu beklagen, mit dem er in einigen Reformplänen die gleichen Wege ging — und doch schreibt er so gut und edel an Gleim: 'Sie sind aus Friedrich's Zeit und ich will es auch sein und bleiben', während Lessing mit einem Anflug von Ärger davon gesprochen hatte, es werde Schmeichlern vielleicht noch gelingen, auch seine Wirksamkeit Friedrich's Regierung anzurechnen.

Am vornehmsten hat Göthe seine Stellung genommen, der von allen Zeitgenossen am schwersten Getroffene, dessen vaterländisches Schauspiel vom Throne herab beinahe wie eine knabenhafte Ungezogenheit gegeisselt worden war.

Dem geborenen Süddeutschen und Reichsstädter war am preussischen Wesen Manches nicht sympathisch und sein hellenischer Kunstsinn hat sich mit den Helden des siebenjährigen Kriegs am Wilhelmsplatze nie recht aussöhnen können. Dem Genius des Königs aber blieb er von der Kinderstube her voll ergeben, und in Potsdam war es nur sein Ärger, dass er über den grossen Menschen kleinliches Gesinde räsonniren hören musste. Dass seines Stücks in des Königs Schrift unfreundlich gedacht sei, befremde ihn nicht. Ein toleranter Geschmack sei gerade keine Eigenschaft, die man bei einem Vielgewaltigen suche. 'Lassen Sie uns darüber ruhig sein.'

So schrieb Göthe im Juni 1781 an die Tochter Justus Möser's, der für den Götz so männlich eingetreten war.

Mag also des Königs Schrift ihrem Gehalte nach zu den geringfügigeren seines Nachlasses gehören; sie bleibt in der Geschichte des deutschen Geistes eines der denkwürdigsten Actenstücke, ein einzigartiges Gespräch zwischen dem Könige und den hervorragendsten Geistern unter seinen Zeit- und Volksgenossen, aber ein Gespräch ohne Gegenseitigkeit; denn für ihn sind sie nicht vorhanden, die lebendigen Zeugen seines Wahrspruchs, die Bürgen der von ihm angemeldeten Zukunft; einsam steht er mitten zwischen ihnen, wie aus tiefem Dunkel den Tag, der kommen werde, verkündend, während das Morgenroth schon hell am Himmel steht!

Friedrich war zu selbstlos, um seine Person mit der verheissenen Zukunft in Verbindung zu bringen; gern gönnt er anderen Fürsten den Ruhm sie herbeizuführen; denn in der Beziehung dachte er wie ein romanischer Fürst, dass er es für eine Prärogative des Thrones

hielt, klassische Litteraturepochen zu schaffen; er glaubte an ein siècle im wälschen Sinne. Darum weist er in seiner Schrift auf Lorenzo von Medici hin, auf Leo X. auf den Hof der Este. auf Richelieu und Ludwig XIV und sagt mit Boileau: Des Augustes feront des Virgiles!

Aber wie anders kam die Erfüllung! Einerseits in viel engerem Zusammenhang mit seiner Person, als sein bescheidener Sinn dachte, andererseits so viel unabhängiger von allen äusserlichen Umständen!

Denn die Bewegung ging nicht etwa von denen aus, welche unmittelbar unter dem Eindruck der königlichen Kriegsthaten standen, wie Gleim und Rammler, sondern in ganz anderem Maſsstabe vollzog sich die Wirkung des Erlebten.

Es war der befreiende Eindruck, den das von hohen Ideen erfüllte Walten des Königs auf alle Denkenden im Volke machte, so dass ein Kant jetzt erst Muth und Zuversicht gewann, seine Gedankenwelt auszugestalten, tapfer und gross auf seinem Felde, wie Friedrich auf dem seinigen, und das stolze Gefühl, ein Deutscher zu sein, wurde jetzt erst so lebendig, dass eine vaterländische Dichtung möglich wurde.

Unwillkürlich werden wir an das erinnert, was uns Allen aus dem hellenischen Alterthum im Gedächtniss schwebt.

Wie viel Talent und Kunstfertigkeit, wie viel glückliche Pflegstätten von Kunst und Wissen waren lange vor den Tagen des Themistokles und Kimon vorhanden, aber die Sängerschulen waren auf persönliche Erlebnisse, auf örtliche Festlichkeiten, auf Ständekampf innerhalb der Gemeinden angewiesen. Eine nationale Litteratur erwuchs erst, als ein Staat vortrat und einer massenhaften Übermacht entgegen für die höchsten Güter des Volks seine Existenz einsetzte, zu siegen oder unterzugehen entschlossen. Da keimte neues Leben; da sammelte sich um Athen eine geistige Volksgemeinde, die sich ihrer Einheit, ihrer Kraft und ihres Berufs bewusst wurde. Nun ging erst Herodot im fernen Halikarnass die Idee einer griechischen Geschichte auf; Pindar und Simonides stimmten höhere Weisen an, und der Denker- und Dichterkreis von Athen ist nicht von Staatswegen gebildet, sondern mit geschichtlicher Nothwendigkeit hat er sich um Perikles gesammelt, weil das Volksleben daselbst einen so mächtigen Inhalt gewonnen hatte, dass alles Herkömmliche ungenügend erschien und alle schlummernden Geisteskräfte sich von selbst anspannten, ihm in Gedanken, Wort und Bild den entsprechenden Ausdruck zu schaffen.

Unvergessen bleibt für alle Zeiten, was ein Karl August, ein Karl Friedrich und andere Fürsten gesegneten Andenkens gethan haben, unsere Dichter zu pflegen und sich in ihnen zu ehren: aber auch das glückseligste Ferrara vermag keinen Genius zu wecken, und

der dem deutschen Geiste angeborene Unabhängigkeitssinn hat sich immer gesträubt, äusserer Gunst der Verhältnisse sein Gedeihen zu danken. Wir wissen ja unseren Jünglingen nichts Besseres zu wünschen, als dass sie, unverwöhnt und unverzogen, aus eigener Kraft sich ihren Wirkungskreis schaffen und die Achtung erringen, die ihr Leben adeln soll. So hat auch unser Volk aus hartem Ringen mit Ungunst und Hemmungen aller Art den köstlichen Gewinn davon getragen, dass es die endliche Entfaltung eines reichen Geisteslebens mit stolzem Bewusstsein sein eigen nennen kann. Das ist aber nicht nur eine Ehrensache, sondern auch für den Werth der Geisteswerke entscheidend. Denn wie die Erdfrüchte, die in künstlicher Zucht schöner und voller reifen, als sie in Wald und Flur gedeihen, dabei leicht eine gewisse Würze des Dufts und Geschmacks einbüssen, mit der die Natur ihre Lieblingskinder ausstattet: so unterscheiden wir auch unter den geistigen Schöpfungen der Culturvölker, was in künstlicher Wärme gross gezogen ist, von dem frei und naturwüchsig Entsprossenen.

Einen Hof kann die Poesie entbehren, ein Vaterland nicht. Darum sind das die wahren Mediceer, denen es gegeben ist, die ihren kleinen Interessen nachgehenden Menschenkinder mit dem Gefühl einer höheren Gesammtheit, eines staatlichen Lebens, eines aufstrebenden Vaterlandes zu beseelen. Da liegen die schöpferischen Kräfte von Geist und Gemüth. So hat auch Friedrich, obwohl er ein französischer Autor war und seine grössten Zeitgenossen verkannte, der deutschen Dichtung den Lebenshauch verliehen und in ganz anderer Weise, als er geahnt hat, sein prophetisches Wort selbst wahr gemacht.

Sodann berichtete der vorsitzende Secretar über die eingetretenen Personalveränderungen.

Seit dem letzten Jahrestage Friedrich's des Grossen sind folgende Veränderungen in der Akademie eingetreten:

Die Akademie verlor durch den Tod die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe, die HH. August Wilhelm Eichler und Gustav Robert Kirchhoff; das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe August Friedrich Pott in Halle; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe

Georg Rosenhain in Königsberg, Bernhard Studer in Bern, Jean-Baptiste Boussingault in Paris, Gustav Theodor Fechner in Leipzig und Anton de Bary in Strassburg: die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Adolf Friedrich Stenzler in Breslau, Alfred von Reumont in Burtscheid und Ludolf von Stephani in St. Petersburg.

Gewählt wurden: Hr. Karl Klein als ordentliches Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe; zum Ehrenmitgliede Don Carlos Ibañez in Madrid; zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe die HH. Eduard Schönfeld in Bonn, Adalbert Krueger in Kiel, Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg, Heinrich Rosenbusch in Heidelberg, Ferdinand Zirkel in Leipzig, Eduard van Beneden in Lüttich, C. H. D. Buys Ballot in Utrecht; zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe: die HH. Karl Zangemeister in Heidelberg, Graziadio Isaia Ascoli in Mailand, Panagiotis Kabbadias in Athen, Ingram Bywater in Oxford, Théophile Homolle in Paris.

Endlich hielt Hr. Schmoller folgenden Vortrag über die Einführung der französischen Regie durch Friedrich den Grossen 1766.

Die Einführung der französischen Regie durch Friedrich den Grossen 1766.

Von Gustav Schmoller.

Seit in den Jahren 1785—1787 der Graf und Minister Hertzberg an diesem Tage, an dieser Stelle und zu der Feier, zu der wir uns heute wieder hier versammelt haben, seine bekannten Reden über die innere Politik seines Königs hielt, hat sich die dankbare Erinnerung der Nachlebenden zwar immer wieder zu dem grossen Monarchen an diesem Tage zurückgewandt, — aber kaum je zu seiner Wirthschafts- und Finanzpolitik. Die Ursache ist einfach: es fehlten zu einer wissenschaftlichen Aufdeckung derselben die Vorarbeiten. Auch heute noch ist dieser Mangel zu beklagen und so will ich mich nicht vermessen, hier etwa ein allgemeines Urtheil über diesen Theil seiner innern Politik abzugeben. Ich will nur versuchen ein einzelnes Blatt aus der Finanzgeschichte des Königs heute aufzuschlagen, vielleicht freilich das denkwürdigste, jedenfalls das bisher von einer legendenhaften Überlieferung am meisten entstellte: ich meine die Einrichtung der vielgeschmähten französischen Regie im Jahre 1766.

Ich bin dazu veranlasst durch die Untersuchung eines jüngeren Gelehrten, Hrn. Dr. Walther Schultze, die ich in diesen Tagen im 30. Hefte meiner staats- und socialwissenschaftlichen Forschungen veröffentlicht habe.[1] Doch will ich nicht seine Anschauungen hier wiedergeben, sondern versuchen, kurz zu erzählen, wie sich mir die Motive und Gründe der Berufung der französischen Beamten zu einem einheitlichen Bilde zusammenschliessen. Die eigentlichen Acten und Briefschaften, die sich auf den Vorgang beziehen, sind verloren. Während aber Dr. Schultze auf eine kritische Prüfung der späteren unbeglaubigten Erzählungen und auf eine Benutzung weniger von Preuss zum Theil falsch abgedruckter Cabinetserlasse angewiesen war, habe ich in der Abschriftensammlung der Cabinetsbriefe des Königs, der sogenannten Minuten, doch eine ganz feste Grundlage vor mir gehabt.

Die zu erörternde Frage ist, etwas weiter gefasst, die nach der Persönlichkeiten, denen der König vor und nach dem Kriege die

Leitung der Finanzgeschäfte anvertraute, also die nach den Ministern des General-Directoriums. Friedrich begründet selbst die Berufung der Franzosen durch den Tod der alten Minister.

Er hatte von 1740—1762 im Ganzen mit den Ministern und Räthen seines Vaters regiert. Noch repräsentirten ja die Minister damals nicht bestimmte politische oder administrative Gedanken, mit deren Annahme oder Ablehnung sie ein- und austraten. Sie waren treue Diener ihres Herrn; es war selbstverständlich, dass sie unter Umständen die Befehle desselben auch gegen ihre Überzeugung ausführten. Wer nicht in Ungnade fiel, blieb bis zum letzten Athemzug im Amte. Sie wurden gelobt und getadelt, wie andere Beamte, sie gehorchten wie andere.

Friedrich kannte, als er 1740 die Geschäfte übernahm, keine andere Übung. Waren auch die grossen Talente, mit denen sein Vater regiert, wie Kraut, Creutz, Grumbkow todt, er änderte nichts in der Besetzung der obersten Stellen. Man hatte erwartet, Minister Boden, welcher für die steigende Härte der Finanzverwaltung der letzten Jahre verantwortlich gemacht wurde, werde fallen. Er war, wie die beiden Kraut und manch andere, einer jener gewürfelten Magdeburgischen Amtsleute, die es durch Thatkraft, Fleiss, Geschäftskenntniss und Rücksichtslosigkeit bis zu den höchsten Stellen unter Friedrich Wilhelm I. gebracht hatten. Die zahlreichen Donnerwetter aus dem Cabinet Friedrich Wilhelm's in den späteren Jahren hatte er als Cabinetsrath concipirt. Er hatte schon in dieser Stellung vielfach die Minister beherrscht; 1739 war er ihr College geworden. Friedrich erkannte seine ganze Brauchbarkeit und Geschäftskenntniss; er vertraute ihm die wichtigsten Finanzsachen, hauptsächlich auch die Tresorverwaltung an. Aber er hat ihm doch auch ab und zu hart auf die Finger geklopft, ihn als das behandelt, was er war, als einen emporgekommenen Routinier. Er war kein Mann der Gedanken, noch weniger der Reform, der Neuerung.

Der alte Friedrich von Görne, dessen Verdienst die ganze Umbildung der Domainenverwaltung 1713—1730 war, der seit 1723 als Minister fungirte, stand an allgemeiner Bildung weit über ihm, an administrativem Talent ihm wenigstens gleich. Aber er war 1740 ein Siebziger, der wenige Jahre darauf (1745) starb.

Am meisten schätzte Friedrich wohl Samuel von Marschall, der seit 1733 Minister war; er hatte sich als Lenker des Postwesens, als Kenner von Handel und Gewerbe bewährt. Er erhielt vom König das 1740 neugegründete fünfte Departement für Handel und Manufacturen, das erste Fachministerium neben den vier alten Provinzial-Departements. Der König war mit ihm bis zu seinem Tode 1749 sehr zufrieden.

Franz Wilhelm von Happe, der Sohn eines bürgerlichen Kassenbeamten, war ein guter Kammer-Präsident gewesen, als Minister seit 1731 thätig, hat er an der Spitze der beiden wichtigsten Provinzen Brandenburg und Magdeburg sich unter Friedrich nicht bewährt; aber er blieb Minister, erhielt nur 1747 ein leichteres kleineres Provinzial-Departement, während Boden über die Kurmark und Magdeburg gesetzt wurde.

Der Senior der Minister war 1740 der alte Herr von Viereck, 1684 als Mecklenburger geboren, einst Diplomat in Friedrich's I. glänzenden Tagen, war er 1723 Kammer-Präsident geworden; Friedrich Wilhelm hatte ihn als beliebte, gewandte Persönlichkeit und »in Consideration seines Schwiegervaters«, des Generals von Gersdorf, gewählt, ihm dabei aber aufgegeben nicht zu viel à l'Hombre zu spielen, sich im Lande mit 30000 Thalern possessioniret und sich auch sonst meritiret zu machen. Er war dann 1727 Minister geworden. Seine bequeme, lässige Weise passte Friedrich von Anfang an nicht; er wurde bei mancherlei Geschäften übergangen, fühlte sich verletzt, wollte alt und kränklich wiederholt seinen Abschied haben. Aber Friedrich gewährte ihm denselben nicht. Erst 1754 durfte er sein eigentliches Departement an Hrn. von Borcke abgeben; aber er blieb ältester dirigirender Minister, sollte den Sitzungen, soweit es seine Umstände erlaubten, noch beiwohnen.

Als neue Minister waren ausser Borcke 1740—1750 in's General-Directorium neu eingetreten: 1745 Ad. Ludwig von Blumenthal für Görne und 1746 Hr. von Katte, der frühere Kammer-Präsident von Cüstrin, der sich im zweiten schlesischen Kriege als Oberkriegscommissar ausgezeichnet hatte, als Minister für das neugebildete sechste Departement, das die Armee- und Magazinverwaltung des ganzen Staates unter sich hatte. An die Stelle Marschall's im Jahre 1749 hatte der König nur einen Geheimen Finanzrath berufen, den bisherigen preussischen Handelsagenten in Amsterdam, Fäsch; er stammte aus einer Baseler Kaufmannsfamilie. Er hatte sich aber seiner Stelle nicht gewachsen gezeigt. Friedrich machte in den Jahren 1750—1756 viele Geschäfte seines Departements über seinen Kopf weg mit den anderen Räthen, hauptsächlich mit Ursinus ab.

Auch die Räthe des General-Directoriums waren 1740—1757 überwiegend ältere Herren, wie z. B. Manitius, der schon unter Friedrich I. lange als Steuercommissar gedient hatte. Friedrich nannte die ganze Gesellschaft wohl scherzend seine *vieulles perruques*.

Eine jüngere Generation von Kammer-Präsidenten, Graf Münchow, Platen, Aschersleben, Joach. Christ. von Blumenthal, Joachim Ewald und Valentin von Massow, Schlabrendorf, waren viel eher die Leute

seines Vertrauens. Vieles verhandelte er direct mit ihnen, berief sie auch jährlich von 1747 an im December zu gemeinsamen Conferenzen mit ihm und den Ministern nach Berlin. Aber als er 1756 in den Krieg zog, war doch noch keiner dieser Herren an der Spitze des General-Directoriums; das alte Geschlecht der Minister und Räthe seines Vaters hielt noch vor. —

Am 15. Februar 1763 war der Friede geschlossen worden; nach sechsjähriger Abwesenheit kehrte der König in seine Hauptstadt zurück. Er hatte im Kriege nicht blos seine Mutter, seinen Bruder, seine besten Freunde verloren; auch die Minister und zahlreiche Räthe des General-Directoriums waren bei seiner Rückkehr nicht mehr. Viereck war 11. Juli 1758, Happe 1. Juli 1760, Katte 23. November 1760, Blumenthal 23. September 1761, Boden 11. März 1762 gestorben. Nur Katte's Stelle hatte der König sofort wieder 1761 durch den General von Wedell ersetzt.

Mehr als die laufenden Geschäfte waren in dieser furchtbaren Nothzeit im General-Directorium nicht zu erledigen. Alles Wichtige besorgte und entschied der König direct aus dem Feldlager. Es nahm fast den Anschein, als ob es in Berlin keine Regierung und Verwaltung mehr gäbe. Die feindlichen Einfälle hatten auch die Thätigkeit der Provinzial-Collegien gelähmt; viele der unteren Beamten hatten an den Untergang des Staats geglaubt und sich die gröbsten Missbräuche ungestraft erlaubt, ganze Forsten z. B. waren niedergeschlagen und das gelöste Geld verschwunden. »An Stelle von Billigkeit und Ordnung — sagt Friedrich — war der gemeine Egoismus und die anarchische Unordnung getreten«. Genusssucht und Habgier beherrschten alle Classen.

Es galt, mit energischer Hand Staat und Volkswirthschaft neu aufzurichten. Mit einem fast leidenschaftlichen Eifer, mit einer nie ermüdenden Arbeitskraft ging der König ans Werk, bereiste die Provinzen, suchte sich neue Minister und Beamte, liess bauen, Armeepferde und Saatkorn vertheilen, Geldunterstützungen reichen. Über 20 Millionen Thaler hat er binnen kürzester Zeit zur Unterstützung der Provinzen und Abzahlung der Schulden ausgegeben, um so rasch als möglich überall die gewohnte wirthschaftliche Thätigkeit der Einzelnen wieder in Gang zu bringen. Und fast Alles hatte er zuerst selbst zu besorgen. Ich habe, schreibt er im Juli 1763 an seinen Bruder, vier Monate nur über Rechnungen gesessen, um die gänzliche Verwirrung in den Finanzen zu vermeiden. Aber bald kam auch wieder die Staatsmaschine in regelmässigen geordneten Gang.

Die Ministerstellen wurden nach einander wieder besetzt. Zwei Kammer-Präsidenten, die sich im Kriege bewährt hatten, Valentin von Massow aus Minden, Joachim Christian von Blumenthal aus Magdeburg erhielten (9. Mai und 3. September 1763) die wichtigsten Provinzial-Departements, Ludwig Philipp von Hagen (13. Juni 1764) die westlichen Provinzen. Die ersten beiden scheinen Cavaliere gewesen zu sein, die zu befehlen und die Domainenverwaltung zu leiten verstanden, Hagen war ein selten kenntnissreicher und thätiger Mann, dem der König wohl, wenn er die Minister in corpore gerüffelt hatte, schrieb, er wisse wohl, dass er unschuldig an der Sache sei. Er erhielt bald darauf die wichtigsten handelspolitischen und sonstigen Aufträge, er hat die preussische Bank geschaffen, er erfreute sich der Gunst des Königs in steigendem Maasse. Als er 1771 starb, liess Friedrich sein Portrait für den Sitzungssaal des General-Directoriums malen und schrieb dazu die Worte: »sein Andenken wird mir immer werth und unvergesslich bleiben«. An die Spitze des wichtigsten fünften Departements berief der König nicht als Minister, sondern als General-Commissar der Commercien einen fünfunddreissigjährigen Diplomaten, der durch seine Abstammung, wie durch die ausserordentlichen Dienste, die er bereits geleistet, sich zu empfehlen schien: Dodo Heinrich von Knyphausen, einen Enkel des grossen Finanzministers aus der Dankelmann'schen Zeit und des Ministers Ilgen, einen Sohn des auswärtigen Ministers Knyphausen, der 1730 wegen seiner Theilnahme an den englischen Heirathsprojecten Friedrich's verabschiedet worden war. Er war 1751—1754 dem preussischen Gesandten in Paris beigegeben gewesen, hatte 1754—1756 die Stelle eines solchen selbständig bekleidet und von da viel über volkswirthschaftliche und finanzielle Dinge berichtet. Frankreich war seit Sully's, Richelieu's und Colbert's Tagen nicht blos die hohe Schule der Verwaltung; es war bis über die Mitte des Jahrhunderts England an Colonialbesitz und Welthandel überlegen; es war der einzige Grossstaat, an dessen Handelssystem sich Preussen vor dem Kriege hatte anschliessen wollen, mit dem Hamburg und die Ostseestädte erhebliche directe Handelsverbindungen hatten. Von 1756 bis Januar 1763 war Knyphausen in London als preussischer Gesandter gewesen, hatte dem Könige hier die ausgezeichnetsten Dienste geleistet, hauptsächlich auch mit grossem Geschick die Übermittelung der englischen Subsidien besorgt. Es konnte anscheinend keine bessere Wahl geben, als ihn nun an die Spitze des Handels-Departements zu stellen. Dass und warum er die Hoffnungen Friedrich's nicht ganz erfüllte, ist aus den Akten nicht recht ersichtlich; er tritt vom December 1765 und Januar 1766 an ganz in denselben zurück.[2] Dass er nicht einschlug,

damit hängt die Berufung der französischen Finanzbeamten indirect sicher zusammen.

An die Spitze des gesammten Berg- und Hüttenwesens, wie der Eisenwerke des Landes wurde der unzweifelhaft erste damals lebende Cameralist Deutschlands, J. Heinrich Gottlob von Justi[3] (26. Juli 1765) berufen, der, ursprünglich preussischer Regiments-Quartiermeister, sich ebenso sehr durch seine Schriftstellerei als durch seine praktische Thätigkeit in Wien, Göttingen und Kopenhagen ausgezeichnet, eben noch die Stelle eines Präsidenten der bairischen Akademie der Wissenschaften abgelehnt hatte.

Auch für die Berliner Rathsstellen fand der König eine Reihe ausgezeichneter Kräfte. Ich erinnere nur an den Kriegsrath Roden, den er (1763) aus Westfalen, und Friedrich Gottlieb Michaelis, den er (1767) aus Schlesien sich holte. Beide haben sich in jeder Beziehung bewährt und sind später zu höheren Stellen aufgestiegen. Sie bilden neben Ursinus, Magusch, Tarrach und anderen einen Kreis, den der König wohl zu schätzen wusste. An die Spitze der kurmärkischen Kammer hatte er den Halberstädter Kriegs- und Domainenrath von der Horst gerufen, der wesentlich über dem alten Hrn. von Gröben stand, über dessen Faulheit und geringe Brauchbarkeit der König sich Jahre lang vor dem Kriege immer wieder geärgert hatte. Horst war eine sehr lebendige, etwas sanguinische Natur, von unglaublicher Arbeitskraft; bald darauf 1766 an die Spitze des fünften Departements berufen, hat er sich bis 1774 so überarbeitet, dass er seinen Abschied nehmen musste.

Man wird so kaum sagen können, die obersten Stellen seien nach dem Kriege schlechter, als vor demselben besetzt gewesen, auch nicht, dass der König bei seinen Berufungen eine unglückliche Hand gehabt. Im Gegentheil, es war eine Reihe der vorzüglichsten Kräfte, die er um sich versammelt hatte, sie waren jünger, leistungsfähiger, als die Minister vor 1756. Es waren darunter nicht die geriebenen bürgerlichen Leute aus der Amtmannscarriere, wie sie Friedrich Wilhelm neben seine adeligen Minister gestellt. Ihr banausisches Wesen, ihre cameralistische Eckigkeit widerstanden vielleicht dem Könige. Er verlangte weltmännische Bildung von seinen Ministern; andere als vollendete Cavaliere hat er nur ausnahmsweise zu Kammerpräsidenten und Ministern gemacht. Er beschränkte sich dadurch etwas die Auswahl. Aber hervorragend tüchtige Leute fand er doch. Warum sie ihm trotzdem die Verwaltung der Accise nicht besser einzurichten verstanden, darauf komme ich nachher.

In der Organisation des General-Directoriums und der Abtheilung der Geschäfte, die dem einzelnen Minister zugewiesen wurden, ver-

folgte er von 1763 noch mehr die Bahn, die er schon 1740—1750 betreten: er stellte neben die alten vier Provinzial-Departements, in welchen alle Arten von Geschäften, nach Provinzen an die Minister vertheilt, besorgt wurden, die Real-Departements, welche die Leitung bestimmter Geschäfte im ganzen Staate in eine Hand gaben. Er hatte 1740 so das Handels-Departement, 1746 das Kriegsverwaltungs- und Magazin-Departement geschaffen, 1750 das Münzwesen an GRAUMANN übergeben. Jetzt schuf er das Hütten- und Bergwerks-Departement, das er erst JUSTI, später HAGEN, dann WAITZ VON ESCHEN anvertraute, bald darauf auch das Forst-Departement. Die 1766 erfolgende Berufung der Franzosen führte zu einem besonderen Departement der indirecten Steuern, wenn auch die Steuerverwaltung formell ein Glied des fünften, des Handels-Departements blieb. Mit Recht hat schon ERNST MEIER darauf hingewiesen, dass in dieser Vermehrung der Real-Departements, die ja 1808 definitiv über die Provinzial-Departements siegten, ein Fortschritt, dass höchstens darin ein Fehler lag, einen Theil der Geschäfte in der alten Form zu lassen. FRIEDRICH freilich sah darin, dass zu Vielem nun ein Provinzial- und ein Fachminister zusammen wirken musste, dass der eine den andern controlirte, einen Vortheil.

Steht die Berufung der Franzosen so in Zusammenhang mit der fortschreitenden Arbeitstheilung unter den obersten Räthen der Krone, mit dem siegreichen Vordringen der Fachministerien, so erklärt das keineswegs die Idee des Königs, sie als Steuerpächter, in der Form einer Finanzgesellschaft in's Land zu rufen. Um das zu verstehen, müssen wir der volkswirthschaftlichen Pläne und Ideen gedenken, die den König nach dem Kriege beschäftigten.

Er wollte um jeden Preis rasch die Wunden des Krieges heilen, seine Lande wo möglich auf eine höhere Stufe der wirthschaftlichen Organisation erheben. Er beförderte die Einwanderung und die Colonisation mehr als je zuvor, suchte Capitalien und neue Industrien in's Land zu ziehen. Der grosse Aufschwung, den Hamburg, Magdeburg und andere Orte während des Krieges genommen, schien zunächst fortzudauern. Die Ausprägung des leichtern Geldes und die daraus folgende Steigerung der Preise hatte die Handelsthätigkeit sehr angeregt. Ausser den neuen Ministern und Räthen sehen wir in jenen Tagen in der Umgebung des Königs rasch alle möglichen Leute auftauchen: Finanzkünstler, Kaufleute, Bankiers, Techniker, Industrielle, Webermeister und Färber, Leute aus Holland, aus Italien, aus Frankreich. Es sind gleichsam die Spitzen seiner colonisatorischen Thätigkeit, die er selbst empfängt, mit denen er persönlich unterhandelt. Man könnte sagen, das königliche Cabinet habe zeitweise den Charakter einer industriellen und kaufmännischen Gründungsagentur angenommen.

Heute empfängt der König den Kaufmann von Dahlen aus Spanien, der ihm eine Compagnie für den Handel nach Spanien zu gründen vorschlägt, morgen ein Mitglied des Welthauses Neuville aus Amsterdam, der ihm eine Reihe von Memoirs über die Gründung einer Bank mit holländischem Capital, über die Umgestaltung des Rheinhandels, die Neuordnung der Münze, den Kolberger Handel vorlegt und darauf bogenlange eingehende Antwort des Königs erhält (April 1763). Neben reellen tüchtigen Geschäftsleuten kommen die bankerotten Existenzen, die Abenteurer, sowie manche, welche die Mitte zwischen beiden halten, wie der Livornese Gian Antonio di Calzabigi,[1] der in Frankreich als Finanzmann eine Rolle gespielt, in Genua eine Lotterie eingerichtet hatte und nun im September 1764 dem König sein grossartiges Project überreichte; er wollte eine grosse Compagnie mit 25 Millionen Thalern Capital und grosser Papiergeldausgabe in's Leben rufen; sie sollte Bank-, Assecuranz- und Handelsgeschäfte aller Art treiben. Viele, wohl die meisten dieser Leute sind abgewiesen worden; mit keinem verhandelt der König fast ohne eingehende Gutachten seiner Minister und Räthe einzuziehen. Fast ängstlich und mit äusserster Vorsicht fragt er sich, welche Motive sie haben; er fürchtet, so sehr er fremde Capacitäten und fremdes Capital in's Land ziehen will, nichts mehr, als eine Einmischung und einen Einfluss fremder Finanzmächte. *C'est contre tous les principes établis dans ce Gouvernement*, sagt er einem dieser Herren, *de souffrir que des marchands étrangers établissent des comptoirs auxquels nos propres marchands ont le premier droit.*

Aber gänzlich ist er erfüllt von dem Gedanken, den alle die deutschen Cameralisten seit 100 Jahren immer wieder gepredigt, an dem er die Regierung seines Vaters seit 1720 hatte immer wieder, freilich meist vergeblich, arbeiten sehen, dass zu einer grossen volkswirthschaftlichen Blüthe grosse Compagnien und Finanzgesellschaften gehörten. Dass die Versuche, die er vor 1756 in Emden gemacht, der Krieg zerstört hatte, konnte ihn nicht abhalten, jetzt darauf zurückzukommen. Und wenn er beobachtete, wie im Kriege einige wenige grosse Privathäuser in Berlin und Magdeburg emporgekommen waren, wie sie suchten alle kleinen Geschäfte neben sich todt zu machen, in Amsterdam und Hamburg auf ihren Ruin hin zu arbeiten — hauptsächlich über das Haus Wegeli in Berlin ist er dieserhalb immer wieder entrüstet —, so konnte ihn das nur in der Absicht bestärken, neben diese privaten Monopolisten grosse vom Staate controlirte Gesellschaften zu setzen.

Viele der damals schwebenden Projecte sind gar nicht oder nur halb zur Reife gelangt; bei mehreren handelte es sich gar nicht um

neue Geschäfte, sondern um die Zusammenfassung einer Anzahl bestehender Geschäfte und Capitalkräfte zu einer einheitlichen Thätigkeit. Der Schmutz des Actiengründungswesens hat auch damals nicht gefehlt, so sehr der König dagegen eifert. Die ertheilten Concessionen werden mit Gewinn weiter verkauft, Franzosen und adelige Damen machen Versuche, Actien ohne Einzahlung vom König zu erhalten, natürlich vergeblich. Mehrere der zehn von 1765—1772 gegründeten Compagnien sind rasch wieder zusammengebrochen, mehrere in königliche Administrationen verwandelt worden. Andere haben, wie die Emdener Häringsfischerei-Gesellschaft, eine bedeutsame Stellung und Blüthe sich mit der Zeit errungen. Auf die Anfänge von allen legte sich wie ein verzehrender Mehlthau die lange, schwere Handelskrisis, die 1763 in Amsterdam und Hamburg begann und 1766 in Berlin ihren Höhepunkt erreichte. Falsch aber waren die dabei vorwaltenden Absichten so wenig, als die damalige Gründung der preussischen Bank. Man war dabei in Übereinstimmung mit der ganzen geistigen Strömung der Zeit; es galt in dem wenig entwickelten Lande wirklich grosse Geschäfte mit grossen Kapitalien zu schaffen, damit einigermaassen ebenbürtig neben Holland, England, Frankreich zu treten, von der Vormundschaft der holländischen und hamburger Häuser sich zu emancipiren. Nicht die Staatsthätigkeit zu erweitern war die vorwaltende Absicht, sondern das gesammelte Privatcapital und den privaten Unternehmungsgeist und Erwerbssinn gleichsam in den Dienst der Gesellschaft und des Staates zu stellen. Wenn man die grossen inländischen Tabaksfabriken zu einer sogenannten Ferme, einer capitalistischen Gesellschaft vereinigte, ihr allein den inländischen Markt übergab und von ihr die jährliche Zahlung einer Million Thaler an den Staat forderte, so hoffte man in dieser Weise Steuererhebung und speculative Privatunternehmung gleichsam zu verbinden.

Ähnlich war längst die Erhebung der indirecten Steuern in Frankreich organisirt. Grosse capitalkräftige Pächter und Pachtgesellschaften, die dem Staate Jahr für Jahr gleiche feste Summen zahlten, wenn es noth that grosse Vorschüsse machten, welche die Technik der Steuererhebung auf's vollendetste ausgebildet hatten, bestanden daselbst seit langer Zeit. General KROKOW, der 30 Jahre in Frankreich zugebracht, hatte dem König viel davon erzählt; der Philosoph HELVETIUS, der im Frühjahr 1765 den König in Potsdam besuchte, war früher Theilhaber einer solchen Gesellschaft gewesen und hatte FRIEDRICH ebenfalls die französischen Einrichtungen gerühmt. So sehr man in Frankreich schon die Schattenseiten der Steuerverpachtung kannte, in der Ferne konnte leicht die Virtuosität der Steuertechnik und die Sicherheit der Steuereingänge blenden. Die Generalverpach-

tung der preussischen Domainen, die sich so sehr bewährt, bot eine gewisse Analogie. Im October 1765 erwähnt der König, gegenüber Minister von Massow, er werde französische Fermiers zur Übernahme der Accise kommen lassen. Im Januar hatte ihr Führer, de la Haye de Launay, die erste Audienz beim König. Die Verhandlungen drehten sich von da bis 29. April darum, ob diese Fermiers sofort 300000 Thaler als Vorschuss und Caution erlegen, die ganzen Einrichtungskosten der neuen Organisation tragen, die bisherigen Einnahmen von Accisen, Zöllen, Transitoabgaben und Licenten garantiren könnten, und vom Überschuss 25 Procent erhalten sollten.[5]

Es zeigte sich, dass sie zu einer solchen Steuerpacht nur im Stande wären, wenn nicht sie, sondern in Wirklichkeit die reiche Pariser Gesellschaft, der sie bisher gedient, den Vertrag abschlösse. Der König ist über diese Zumuthung entrüstet: *c'en est trop, je n'ai pas besoin d'eux et je peux arranger mes finances sans leur ministère.* Nach der Abweisung dieses Vorschlages schreibt er befriedigt: So bin ich befreit von einem Areopag von Augen, die sich anmaassen wollten, meine Geschäfte von Paris aus nach ihrem Belieben umzustürzen.[6]

Aber de Launay gefällt ihm; er hört von ihm, welche grosse Schattenseiten eine solche Steuerpacht habe. Er geht auf den Vorschlag ein, ihn und einige seiner Genossen als Beamte mit Tantieme für die Accise, die Zölle und die Licenten anzustellen, zunächst auf sechs Jahre, mit einer gewissen Freiheit in Bezug auf die technischen Einrichtungen und die Anstellung der Unterbeamten, aber in Bezug auf alle principiellen Fragen in strenger Unterordnung unter den König und den zum Minister des fünften Departements ernannten Baron von Horst.

Die Frage, was ihn dazu bestimmt habe, ist natürlich theilweise eine rein persönliche. De Launay gefiel ihm und er hatte unzweifelhaft in ihm den richtigen Mann gefunden. Er war von unerschütterlicher Ehrlichkeit, von ausserordentlicher Arbeitskraft, von grossen finanziellen Kenntnissen, ein geschickter Organisator; seine Berichte an den König sind Muster von Klarheit, Kürze und Eleganz. Er lebte in ähnlichen merkantilistischen Anschauungen wie Friedrich. Er machte nicht den Anspruch eigene Politik zu treiben; eine elastische, nachgiebige, findige Natur ordnete er sich jedem Befehl des König folgsam unter.

Aber das hätte doch nicht genügt; auch konnte der König aus den Verhandlungen von einigen Wochen noch nicht so sicher schliessen, ob er alle diese Eigenschaften dauernd bewahren werde. Friedrich muss also doch noch mehr in ihm gefunden haben.

Oder war es nur der Franzose, der Fremde? War er wirklich über seine eigenen Beamten so missmuthig, mit seinen Ministern so unzufrieden, dass er um jeden Preis einen Fremden vorzog?

Man hat von einer ganz allgemeinen Abwendung des Königs von dem preussischen Beamtenthum gesprochen; das scheint mir mehr spätere Legende. Ich kann dafür weder in den gleichzeitigen Quellen, noch im Charakter des Königs, noch in seinem Verhältniss zu den Ministern, Kammer-Präsidenten und wichtigen Räthen in den Jahren 1762—1766 die entsprechenden Beweise finden.

Gewiss war der König mit den unteren Accisebeamten unzufrieden, er war bemüht die Corruption, die im Beamtenkörper durch den Krieg sich eingeschlichen, durch strenge Ausmerzung zu beseitigen. Von den neuberufenen höheren Beamten hatte sich KNYPHAUSEN nicht bewährt. Aber mit WEDELL, MASSOW, BLUMENTHAL, HAGEN, HORST, SCHLABERNDORF und manchem anderen war der König damals so zufrieden, als er mit seinen Räthen und Ministern überhaupt je zufrieden war. Wenn er sie einzelne Male rüffelt, so dürfen wir nicht vergessen, dass das zum Tone der damaligen Zeit gehört, dass ein König, der nie einen Minister entlässt, wie FRIEDRICH II., dafür das Recht haben muss, dem augenblicklichen Ärger einmal Luft zu machen. Und diesen Äusserungen der Unzufriedenheit stehen ebenso zahlreiche oder vielmehr noch viel häufigere Aussprüche der Zufriedenheit und Anerkennung gegenüber. Die stärksten derartigen Rüffel überdiess aus jenen Jahren, z. B. die Erklärung des Königs bei Aufdeckung einer grossen Unterschlagung in Frankfurt a. O., er wisse wohl, dass im General-Directorium und in den Kammern viel diebisches Federvieh sei, oder die Bemerkungen über die Ignoranz der Minister und die Malice und Corruption des concipirenden Rathes URSINUS, als diese im October 1766 die ganze Stockung im Handel auf die Regie zurückführten, fallen lange nach der Berufung der Franzosen. Sie können nicht ihre Ursache gewesen sein. Der Bericht, der den König so erbittert hatte, war ein Symptom der Unzufriedenheit, die sich im General-Directorium eingestellt hatte, nachdem man ihm einen so wichtigen Theil seiner Functionen abgenommen. Nur das bleibt klar: der König fand unter seinen Ministern und höheren Räthen keinen, der ihm genügend erklären konnte, warum die Acciseverwaltung schlecht sei, in den Erträgen zurückgehe, der zugleich bereit gewesen wäre, gerade jetzt mit kühner Hand, eine Entlastung der unteren Classen vorzunehmen, wie sie FRIEDRICH wünschte.

Die spätere entstellte Erzählung, die nach dem Tode FRIEDRICH'S von dem Potsdamer Kriegsrath RICHTER verbreitet und bis heute immer wieder abgeschrieben wurde, stellt die Sache umgekehrt dar:

der König habe 2 Millionen mehr indirecter Steuern gefordert, seine ehrenwerthen Minister hätten sich dessen geweigert und deshalb habe er die Franzosen kommen lassen.[7] Nun ist richtig, dass der König von 1763 an versuchte, seine Einnahmen durch einige neue Quellen, durch die Lotterie, die Tabakspacht, durch Neuordnung des Stempelwesens, durch erhöhte Salzpreise etwas zu erhöhen; dass er die gesammten reinen Staatseinnahmen wenigstens nicht unter den Stand von 1756—1764 sinken lassen wollte, wie es von 1764—1765 an den Anschein hatte. Aber an eine allgemeine Erhöhung der directen Steuern und der Accisen dachte er nicht, konnte er bei der Lage des Landes nicht denken. Im Gegentheil bezüglich der Accisetarife wünschte er nur, dass sein Lieblingsgedanke, die höhere Besteuerung des Luxus und die Entlastung der Armen durchgeführt werde. Schon Boden gegenüber hatte er stets diesen Gedanken betont, auch in den vierziger Jahren eine Anzahl auf die Ärmeren drückende Sätze der Accise herabgesetzt, andere aufgehoben.[8] Der seit 1756 stark gestiegene Luxus schien ihm jetzt doppelt verwerflich. Er fürchtete von ihm eine Verweichlichung seines kriegerischen Volkes. Sofort bei seiner ersten Rückkehr nach Berlin (April 1763) verhandelt er mit dem Accise-Director Klinggräff über die Frage und setzt die fremden Weine, Biere und Branntweine, sowie fremde Butter in den Tarifen herauf. Im October 1765 finden wieder längere Berathungen mit Massow und Knyphausen in dieser Richtung statt, der König will hauptsächlich die *grandes importations de choses de luxe, vins, poissons, chapons de Hambourg* erhöht wissen. Diese Tendenzen sind es, die im Declarationspatent vom 14. April 1766 nach kurzen Berathungen mit de Launay zum Abschluss kommen: die Accise auf Mehl, Malz- und Branntweinschrot wird aufgehoben; die Fleischaccise wird um einen Pfennig pro Pfund für die besseren Fleischsorten erhöht, das Schweinefleisch, die Nahrung der Armen, bleibt unverändert; die Abgaben auf den Wein und das Bier werden etwas erhöht. Der König hoffte mit diesen Bestimmungen eine gerechtere Vertheilung der Steuerlast herbeizuführen, die Armen durch Aufhebung der Mahlsteuer zu entlasten, was jedenfalls auch bis auf einen gewissen Grad geschah. Er musste mit de Launay über diese materielle Steueränderung zuerst sich einigen, weil nur auf Grund derselben der beabsichtigte Vertrag über die Steuerpacht denkbar war. Die Declaration ist in den Grundgedanken Friedrich's, höchstens im Detail de Launay's Werk, wie dieser auch später niemals der eigentlich Maassgebende für das innere Steuersystem und die Handelspolitik war. Diese Dinge bestimmte der König selbst, berieth sie mit Horst, Hagen und anderen Räthen, verfügte auf die Berichte de Launay's ebenso oft gegen

seine Anträge als ihnen entsprechend. Einen gewissen Einfluss behauptete de Launay natürlich, es gelang ihm öfter, den übertreibenden Schutzzolleifer des Königs zu ermässigen. Aber beherrscht hat de Launay die materielle Steuerpolitik Preussens so wenig als seine Handelspolitik.

Was konnte aber sonst de Launay dem König bieten: einfach das Versprechen der Herstellung einer integern Steuerverwaltung, die Beseitigung des maasslosen Schmuggels und der Defraudationen. In diesem Resultat komme ich mit der Untersuchung Dr. Schultze's überein. Aber das Wichtigere ist, dass de Launay dieses Versprechen und damit auch einige Aussicht auf höhere Einnahmen bieten konnte auf Grund eines Organisations- und Verwaltungsplanes, wie er ihn später durchführte, wie er sich ihm — als geschulten Finanzbeamten einer alten centralistisch verwalteten Monarchie — sofort darbieten musste, als er genauere Kunde von den preussischen Verwaltungseinrichtungen erhielt.

Vier Steuersysteme aus vier ganz verschiedenen Zeitaltern standen in Preussen noch ganz unvermittelt neben einander, die Zölle und Ziesen aus dem 16. Jahrhundert, die Licenten aus dem 30jährigen Kriege, die Accisen aus der Zeit von 1680—1740, die Transitozölle, die Friedrich II. eingeführt hatte. Verschiedene Beamte, verschiedene Kassen hatten diese Branchen noch an demselben Ort. Die Accisen hatten zu einer Abschliessung jeder Stadt für sich, nicht zu der des ganzen Landes geführt. Es fehlte jede Grenzbewachung und Grenzcontrole. Die Städte waren Schutzzollinseln in einem Meere des ländlichen Freihandels. Als man 1718 die Wollausfuhr verbot, konnte man das nicht anders controliren, als durch regelmässige Abforderung des städtischen Wollaccisezolles, der den Verkauf in der nächsten Stadt bewies, von jedem Adeligen und jedem Bauern. Die zur Einfuhr verbotenen Waaren sollten auch auf dem Lande nicht gebraucht werden. Aber wie sollte das der einzige Polizeiausreiter controliren, der ein Kreis von 10 Quadratmeilen besass. Die Acciseverwaltung in den Städten hatte wohl der jüngere Grumbkow unter Friedrich Wilhelm I. noch sehr verbessert: die verhandenen Controlbeamten, die Steuerräthe, deren jeder eine Anzahl Städte jährlich mehrmals visitirte, hatten, so lange sie noch nicht zu viel anderes zu thun hatten, genügt, Ordnung und Redlichkeit einigermaassen zu erhalten. Diese Sache war gegangen, so lange die Accisetarife nicht allzu hoch waren, so lange der Handelsvertrag mit Sachsen von 1728 einen relativ freien Verkehr dahin gestattet hatte, so lange der Minister Grumbkow, der das System geschaffen, gelebt hatte. Er hatte 1711 bis 1723 allein an der Spitze des Accisewesens gestanden; 1723

wurde auch er im General-Directorium auf ein Provinzial-Departement beschränkt; aber erst nach seinem Tode 1739 trat es mehr hervor, dass die Accise nun unter vier verschiedenen Provinzial-Ministern stand, dass die Kriegs- und Domänenkammern viel mehr Domänen- als Steuerbehörden waren, dass die Polizeigeschäfte des Steuerraths diesem keine Zeit zur Steuercontrole mehr liessen.

Die Tarife erhöhten sich von 1740 an, das zollpolitische Verhältniss zu den Nachbarstaaten verschlechterte sich: in Sachsen organisirte sich ein Schmuggelhandel ohne Gleichen, das ganze platte Land Preussens erfüllte sich ebenfalls mit Schmuggeldepots. Die geographische Configuration des Staates war so ungünstig als möglich. Behauptete man doch keine preussische Stadt liege über vier Meilen von der Grenze. Nannte die Diplomatie doch spöttisch Friedrich II. den *Roi des lisières*.

Wären nicht, besonders 1750—56, relativ so günstige Jahre gewesen, so hätten die Klagen des Königs über Acciseausfälle und Defraudationen,[9] über die Unfähigkeit und Unredlichkeit in der Acciseverwaltung schon damals einen acuteren Charakter angenommen. Jetzt hatte der Krieg vollends die Bande der Ordnung aufgelöst. Der Zustand erschien dem König ein unerträglicher.

Was lag näher, als dass er sofort zugriff, wenn ihm de Launay vorstellte, dass die mangelnde Grenzcontrole, der Mangel aller der Formalien, Begleitscheine, Plombirungen u. s. w., wie sie die französische Steuertechnik ausgebildet, an allen Übelständen schuld sei. dass das General-Directorium, die Kriegs- und Domainenkammern und Steuerräthe schlechte Organe der indirecten Steuerverwaltung seien, weil sie von andern Dienstgeschäften erdrückt würden, dass nur besondere Controlbeamte die Defraudationen beseitigen könnten. Eine Änderung des Behördenorganismus und der Steuerformalien in diesem Sinne musste die Aussicht auf höhere Einnahmen ebenso eröffnen, wie auf eine Beseitigung des dem König wegen der Schädigung seiner neuen Industrien so verhassten Einschmuggelns fremder Waaren. Wenn seine Minister und Räthe ihm bisher oft vorgestellt, er dürfe die Zahl der Einfuhrverbote nicht so vermehren, die Tarifsätze nicht über 30—50 Procent des Waarenwerthes erhöhen, wenn nicht der Schmuggel noch mehr zunehmen solle, so mochte er nun hoffen, mit dem neuen verbesserten Apparat diese Einwendungen nicht mehr zu hören. Wenn er bisher die Schwankungen der Zoll- und Accise-Einnahme nur zu geneigt gewesen war, der mangelnden Controle der Unterbeamten zuzuschreiben, so schien ihm auch in dieser Hinsicht durch de Launay's Vorschläge nun eine bessere Zukunft zu blühen. Dass die Einschiebung eines ganz neuen selbst-

ständigen Beamtenapparats und die Schaffung einer theilweise berittenen Grenzcontrole und zahlreicher Grenzbüreaus ganz andere Kosten als bisher bedinge, zumal das Personal des General-Directoriums, der Kammern und der Steuerräthe ziemlich unverändert fortbestehen musste, war von Anfang selbstverständlich. Der König genehmigte statt etwas über 300000 Thaler wie bisher, 8—900000 Thaler dafür.[10]

Von den 2000 Stellen, welche die Accise- und Zollverwaltung umfasste, wurden etwa 175—200 mit Franzosen besetzt. Selbst in die Centralbehörde setzte der König, um sich einen deutschen Nachwuchs zu verschaffen, sofort junge talentvolle Deutsche, wie z. B. den Sohn des Ober-Präsidenten DOMHARDT.

Bedenken wir zugleich, dass Berlin damals noch eine französische Colonie von 6—7000 Seelen hatte, von welchen viele in den Staatsdienst übergegangen waren, dass eine Reihe der höchsten Beamten Söhne von französischen Müttern aus den Réfugiésfamilien waren, dass in der Armee vielleicht mehr Franzosen als Officiere waren, wie in der ganzen Acciseverwaltung, dass der Hof, die Gesellschaft des Königs, die Akademie halb französisch damals war, so wird uns die nativistische Entrüstung über den König, der seine indirecten Steuern fremden Finanzkünstlern, statt deutscher Ehrlichkeit übertragen habe, doch in einem wesentlich andern Lichte erscheinen, als jenen Franzosenhassenden Schriftstellern aus der Zeit gegen 1800, aus deren Hand wir bisher die Überlieferung übernahmen.

Die Maassregel schliesst sich an ältere Vorbilder an, hauptsächlich an die Reorganisation der österreichischen Verwaltung unter Kaiser MAXMILIAN nach französischem Muster. Sie bezweckte Ähnliches, wie die Maassnahmen von MONTGELAS in Bayern, von HARDENBERG und BÜLOW in Preussen, die 50 Jahre später wesentlich auch französische Verwaltungs- und Steuereinrichtungen nachahmten. Äusserlich glich sie der Art, wie Russland seit PETER I. zu Hunderten deutsche Beamte und Officiere anstellte, in gewissem Sinne dem Verfahren, das heute Japan, China, die Türkei, Aegypten mit der Anstellung europaeischer Beamten verfolgen. Die Aufpfropfung solch fremder Reiser auf einen einheimischen Baum bleibt stets ein schwieriges Experiment; es geht nicht ab ohne schwere Ressortkämpfe und Frictionen. Die Fremden werden stets dem Hasse der Neider, der Kurzsichtigen ausgesetzt sein; sie werden selbst niemals sich ganz frei halten von einzelnen schweren Fehlgriffen und von zeitweiser Überhebung.

In wie weit diese Missstände von 1766—1786 auch in Preussen eintraten, wie die ganze sogenannte Regieverwaltung sich weiter entwickelte, welche Umstände die Resultate ihrer Geschäftsführung be-

einflussten, habe ich heute hier nicht auszuführen, nachdem ich Ihre Aufmerksamkeit schon zu lange in Anspruch genommen habe.

Es handelte sich heute nur darum, zu zeigen, wie die folgenschweren Entscheidungen Friedrich's des Grossen vom Frühjahr 1766 nicht in erster Linie zurückgehen auf eine unmotivirte Missstimmung über seine deutschen Beamten, nicht bloss auf zufällige Todesfälle im Kreise der Minister, oder auf Forderungen einer Acciseerhöhung, welche die deutschen Beamten abgelehnt hätten. Nein, es handelte sich um grosse fundamentale Fortschritte in der Organisation der Staatsverwaltung überhaupt und der indirecten Steuern im Speciellen. Die Einrichtungen Frankreichs gaben Anstoss und Vorbild, aber sie wurden nicht copirt. Gerade das Eigenthümlichste derselben, die Steuerpacht, die dort später so verhängnissvoll wirkte, wurde fallen gelassen; nur aus der Steuertechnik und der monarchisch centralisirten Beamtenmaschinerie wurde das für Preussen Passende herübergenommen.

An Stelle von vier Provinzial-Ministern trat de Launay an die Spitze der ganzen staatlichen indirecten Steuerverwaltung; ein einheitlicher, nur mit der Steuerverwaltung befasster Beamtenkörper trat an Stelle von Organen, die alles Mögliche zugleich besorgen sollten; eine Reihe von ausschliesslichen Controlbeamten ersetzte die überhäuften Steuerräthe, eine wirkliche Steuer- und Grenzwache die Kreispolizeiausreiter. Die verschiedenen indirecten Steuersysteme, Zölle, Licenten, Accisen und Transito-Abgaben kamen in eine Hand und in wirkliche Übereinstimmung und Verbindung. Die Ungeheuerlichkeit für einen mercantilistisch regierten Staat wie Preussen, dass die Waaren nur beim Eintritt in die einzelne Stadt controlirt wurden, hörte auf; die staatliche Grenzcontrole ergänzte die städtische Thorcontrole. Die 1766 geschaffene Grenzzolllinie wurde das Vorbild für die von 1818. Erst mit ihr kam man in Wirklichkeit in Preussen aus dem Gebiet der alten Stadt-Wirthschaftspolitik heraus in das der Staats-Wirthschaftspolitik. Die Regie wurde gerade, weil sie allen localen, provinziellen, ständischen und hergebrachten Sonderrechten und Privilegien entgegengestellt war, weil sie nur als königliche centralistische Behörde sich fühlte, nach allen Seiten hin die Trägerin des monarchischen Staatsgedankens.

An ihrer Wiege stehen die grossen Principien der fortschreitenden Arbeitstheilung im Behördenorganismus, der fachmässigen Specialisirung der staatlichen Zwecke, der principiellen monarchischen Einheit aller indirecten Steuern und der möglichst genauen Anpassung der indirecten Steuern an die finanziellen zugleich, wie an die volkswirthschaftlichen Bedürfnisse des Staates.

Es giebt wenige Wendepunkte in der preussischen Finanzgeschichte von grösserer Bedeutung, wenige, wo so mit kühnster Hand in die Zukunft gegriffen, Neugestaltungen geschaffen wurden, die in ihrer principiellen Fassung für alle Folgezeit sich bewährt haben.

Nur weil man die Punkte, auf die es 1766 allein ankam, bisher nicht richtig erfasste, konnte man zweifeln, ob auch hier der scharfe Adlerblick des grossen Königs sich bewährt habe.

FRIEDRICH war hier, wie bei allen seinen grossen Entschlüssen, ganz nur erfüllt von den inneren Nothwendigkeiten der preussischen Staatsentwickelung; er hat hier viel mehr als in seiner eigentlichen Tarif- und Handelspolitik das praktische Genie gezeigt, das von den Modetheorieen der Zeit gerade nur so viel aufnimmt, als für die augenblickliche scharf und genau erfasste Lage des Staates heilsam und nothwendig war.

Anmerkungen.

[1] Die Arbeit von Dr. Schultze, Geschichte der preussischen Regieverwaltung von 1766—1786, erster Theil, Duncker und Humblot 1888, Schmoller's staats- und socialwiss. Forschungen Heft 30, beruht auf den Akten der General-Zoll- und Accise-Administration, welche bezüglich der allgemeinen Fragen eigentlich erst mit 1772 einsetzen. Die Schwierigkeit für ihn lag darin, dass er von rein mittelalterlichen Arbeiten kommend, weder über das 18. Jahrhundert überhaupt, noch über die Finanzen und volkswirthschaftlichen Verhältnisse der Zeit, noch über die Vorgeschichte der Accise-Verwaltung vor 1766 eingehendere Studien gemacht hatte. Auch die Einzelheiten der Einrichtung des preussischen Staatsarchivs waren ihm unbekannt; er forderte die Regie-Acten, andere als die der General-Zoll- und Acciseverwaltung gab es nicht. Dass die Minuten so ziemlich die ganze Correspondenz des Königs enthalten, entging ihm so. Als mir Hr. Dr. Schultze seine fertige Arbeit zur Aufnahme in meine Forschungen vorlegte, war mir der grosse Werth seiner Untersuchung sofort ebenso klar, wie ihre Grenzen und ihre Einseitigkeit. Die Bedeutung der Minuten für die Regie übersah ich selbst damals noch nicht in ihrem ganzen Umfang. Eine gänzliche Umarbeitung der Schultze'schen Untersuchung vor der Veröffentlichung war durch innere und äussere Gründe ausgeschlossen. Der energische zu abschliessendem Urtheil neigende Charakter, wie die freihändlerische Überzeugung des Autors, welche wesentlich auf moralischen Grundlagen und Abstractionen aus der Gegenwart, nicht auf wirthschaftsgeschichtlichem Boden ruht, liessen nicht erwarten, dass er seine Anschauungen wesentlich modificiren werde. Bei dieser Sachlage schien es mir im Interesse der Wissenschaft zu liegen, wenn ich ihm, wie es bei der Aufnahme in die Forschungen an sich geboten war, in allen wesentlichen Punkten meine abweichende Ansicht vortrug. Dadurch ist manches Einzelne geändert, das apodiktische Urtheil da und dort gemildert worden, aber Auffassung und Grundton sind dieselben geblieben. Wenn ich trotzdem die Arbeit mit Vergnügen in meine Forschungen aufnahm, obwohl ich Manches in den Grundanschauungen für nicht richtig halte und Vieles im Einzelnen ganz anders darstellen würde, so geschah es einmal, weil ich mich selbst keineswegs für unfehlbar halte und dann weil die Arbeit auch in dieser Form einen sehr grossen Fortschritt darstellt. Wir erhalten mit ihr doch überhaupt einmal eine wissenschaftliche Untersuchung der Regie; der Verfasser hat ein grosses bisher unbenutztes Actenmaterial gewissenhaft ausgezogen, er ist ein scharfsinniger zuverlässiger Historiker, dem wir da, wo er Thatsachen aus den Akten berichtet, stets unbedingt glauben dürfen; seine Arbeit wird eine grundlegende für die Geschichte der Regieverwaltung bleiben.

[2] Knyphausen ist nach den Minüten kaum ein Jahr in voller Thätigkeit gewesen. Am 15. April 1765 erhielt Geh. Rath Ursinus den Befehl ihm alle Berliner Fabriken zu zeigen; in diesen Tagen muss er sein Amt angetreten haben. Am 11. October 1765 schreibt ihm der König eigenhändig eine Reihe von Punkten auf, (darunter die Steuerreform) und setzt hinzu: »*Voici, Monsieur, quelques objets de méditation que je vous fournis et qui pourront empécher l'ennui de vous dominer, tandis que vous serez occupé de ces objets.*« Man sieht aus dieser ironischen Bemerkung schon die Unzufriedenheit des Königs, der ihn Anfang Januar 1766 auch rüffelt, dass er sich neben statt unter den Ministern unterschreibe. Am 6. December 1765 geht die letzte Kabinetsordre, die ich kenne, an ihn. Ob er etwa längere Zeit krank war, kann ich nicht angeben. Die bisher ihm zugetheilten Geschäfte gehen, vom Februar 1766 an, an den bisherigen Capitain, Fabrikeninspector Favrât über, der durch seine französische Correspondenz mit dem König sich ebenso als Franzose ausweist, wie der bald darauf aus Lyon bezogene Inspecteur général des fabriques Chanony, der als Sachverständiger in der Seidenbranche gilt. Beide stehen demnächst, wie de Launay, unter Horst, als dem neuen Chef des fünften Departements. Schäfer's Angabe in der Allg. deutschen Biographie XVI, 341—3, dass K. 1774 seinen Abschied gefordert habe, als Görne an Horst's Stelle trat, be-

stätigt sich in den Minüten. K. muss bis dahin also unter HORST gearbeitet haben, hat aber jedenfalls in dieser Zeit keine Rolle mehr gespielt. K. starb 1789.

[3] Über JUSTI ist der Artikel von Inama in der allg. deutschen Biographie Bd. XIV, 747 — 53 zu vergleichen. Über seine amtliche Thätigkeit enthalten die Minüten von 1765 — 1768 ein reiches Material.

[4] Siehe über ihn: (MARCUS NIEBUHR) Geschichte der Königlichen Bank in Berlin, 1854, S. 20 ff. Die Angaben NIEBUHR's sind unzweifelhaft zuverlässig; aber da er nur die Bankacten durchgesehen, so hat er über die ganze Art wie FRIEDRICH II. diese fremden Kauf- und Finanzleute aufnahm und behandelte, doch kein ganz gerechtes Urtheil; er folgt zu sehr der gegen 1786 — 1800 entstandenen Überlieferung, der König habe sich durch die Ausländer blenden und täuschen lassen, er habe den deutschen Beamten zu wenig vertraut.

[5] Die Annahme von Dr. SCHULTZE, dass der König am 17. März 1766 mit DE LAUNAY und den anderen Fermiers einen Vertrag abgeschlossen habe, ist unhaltbar, wenn auch DE LAUNAY in seiner Justification S. 16 so erzählt. In den letzten Februartagen waren überhaupt erst die Zusammenstellungen über die Acciseeinnahmen von den Kammern eingelaufen. Am 28. Februar wird erst bemerkt, dass die Erhebung über die Transitozölle vergessen sei; am 8. März erst theilt der König den Franzosen die näheren Nachrichten über die bestehende Mahlsteuer mit; am 16. März weist der König das General-Directorium erst an Zusammenstellungen über die Acciseausgaben pro 1755/56, 1763/64 und 1764/65 zu machen; am 21. März theilt der König erst dem General-Directorium mit, dass der Kammer-Präsident VON DER HORST und der Kriegs- und Domainenrath MAGUSCH den Fermiers zugetheilt seien, um sie über Alles zu unterrichten. Wie soll da der König am 17. März einen Vertrag mit ihnen geschlossen haben, während die Herren noch gar nicht orientirt waren? Das Wahrscheinliche ist, dass der König am 17. März, um DE LAUNAY eine Idee zu geben, was er wünsche, einen vorläufigen Entwurf eines Pachtvertrages diesem zustellte; darin wird der König 25 Procent des Überschusses über die bisherigen Reineinnahmen angeboten haben, was gar nicht viel war, wenn die Fermiers 300000 Thaler Vorschuss oder Caution zahlen, die Einrichtungskosten auf sich nehmen und die um's Dreifache erhöhten Verwaltungskosten auslegen mussten, ohne irgend eine Erwartung auf grosse Tarif- und Steuererhöhungen, die der König nicht plante.

Auf diesen Plan gingen die Fermiers nicht ein; aber nicht aus Grossmuth, wie DE LAUNAY 21 Jahre später schreibt, nicht weil dieser Vertrag zu günstig für sie gewesen wäre. Es ist ein rhetorisches Kunststück, dass DE LAUNAY sich rühmt statt mit 25 mit 5 Procent des Mehrertrags sich begnügt zu haben. Die 5 Procent des Vertrags vom 14. Juli 1766 ohne Vorschüsse, ohne Risico, ohne Einrichtungskosten waren vielleicht mehr, als die 25 Procent unter so viel schwereren Bedingungen.

Auch die Angabe DE LAUNAY's in der Justification S. 10, der König habe ihm die Tabaks-, Stempel-, Salz- und Holzadministration angeboten, er habe dies ausgeschlagen, ist eine etwas schiefe Gedächtnissreproduction des wirklichen Sachverhalts. Er verdient daher auch das Lob kaum, das ihm SCHULTZE S. 35 für diese achtungswerthe Selbsterkenntniss spendet. Mag der König vielleicht in einer der ersten Unterhaltungen angedeutet haben, er wäre geneigt, das Pachtsystem auch in Bezug auf andere staatliche Einnahmequellen anzuwenden, wirklich herangezogen wurden DE LAUNAY und seine Genossen zunächst nur bezüglich der Tabaksferme. Diese bestand als selbstständige Actiengesellschaft seit 8. Mai 1765; sie konnte aber in den ersten Monaten 1766 bereits ihre Verbindlichkeiten nicht erfüllen. Der König bat DE LAUNAY schon im März ihre Geschäftsgebahrung zu untersuchen. Von mehr ist nie die Rede. Der König dankt ihm, dass er bereit sei, *à examiner l'affaire du tabac.* Es war ein ganz selbstständiger Specialauftrag, der mit den Verhandlungen über die Steuerpacht nichts zu thun hatte. Die Untersuchung führte dazu, dass die Gesellschaft in eine königliche Administration mit einer Zinsengarantie für die Actionäre verwandelt wurde, und dass am 3. August 1766 die zwei Gehülfen DE LAUNAY's, DE CANDI und DE PERNETY, im Nebenamt an die Spitze der Tabaksverwaltung gestellt wurden. Dass der König geplant

hätte, alle die genannten Administrationen zusammen mit den indirecten Steuern den Franzosen als eine grosse Pachtung zu übergeben, dem widerspricht aller Inhalt der Minuten, wie die thatsächliche Organisation, in der sich die Tabaksverwaltung im Januar 1766 befand. DE LAUNAY und seine Genossen hatten nicht die Mittel die Steuerpacht zu übernehmen, wie sollten sie ein viel grösseres, gewagteres Geschäft haben übernehmen können?

[6] Der Brief des Königs vom 29. April, in welchem diese Worte enthalten sind, ist der wichtigste für die ganze Frage. Ich lasse seinen Inhalt hier folgen:

Au S^r DE LA HAYE DE LAUNAY.

Vous devez juger par votre lettre, que Je n'ai pas lieu d'être satisfait de votre compagnie. Mais comme il ne s'agit pas de termes vagues et qu'il faut mettre les points sur les i, Je vais vous articuler tous mes griefs. J'ai donné au Sr HELVETIUS commifsion de Me trouvez une compagnie pour prendre en ferme mes douanes et accises; ses deputés sont venus, il n' ya point été question d'affermer, mais ils ont proposé une Régie mixte. Je leur demande une avançe de 300/m écus, ce qui est une misère, cela manque (parcequ' afsurément ils n'ont pas le sol). Ils veulent envoyer ici tout le rebut des commis, ce qui gâtera Mes affaires. C'est moi qu'ils chargent de tous les frais de l'entreprise. Oh! c'en est trop, Je n'ai pas besoin d'eux et Je peux arranger mes finances, sans leur ministère. Jl me faut des gens, que Je fais venir. Vous avez seul travaillé au plan, il vous faut trois afsociés pour l'exécuter. Je me charge de vous payer à vous quatre 60000 écus, d'entretenir tous les commis qu'il vous faut, et dispensé d'avoir rien à démêler avec vôtre compagnie. Je donnerai à vous quatre-cinq pour cent de gain de tout ce, que les accises et les douanes raporteront de plus que cette année par les soins de votre administration. Cette proposition vous est avantageuse, elle Me l'est aufsi, et par cela Me voila degagé d'un Aréopage de yeux, qui prétend de Paris bouleverser mes affaires à leur gré. Je vous demande sur ceci, que vous fafsiez vos réflexions et que vous me répondiez catégoriquement. Sur ce, je prie Dieu ect.

[7] Die Nachricht, dass der König bei dem Empfang der Minister am 10. Juni 1765 (RÖDENBECK, Geschichtskalender aus FRIEDRICH's des Grossen Regentenleben II. 256) eine Mehreinnahme von 2 Millionen Thaler gefordert habe, übernimmt BEGUELIN, auf dessen Autorität und Akteneinsicht sich auch Dr. SCHULTZE verlässt, aus (RICHTER) Finanzmaterialien I, 19 (1789). Dieser aber war Steuercommissar in Potsdam, gehörte zu den jungen, mit der Verwaltung FRIEDRICH's unzufriedenen raisonnirenden Beamten, hat weder Acten der höheren Behörden eingesehen, noch über diesen Punkt etwas anderes berichten können, als ein seit Jahren durch tausend Zungen weiter gegebenes Gerücht. Jedenfalls fand die sogenannte Ministerrevue am 10. Juni nach dem Besuch von HELVETIUS statt; dieser war vom 24. März bis 18. Mai in Potsdam, kehrte die ersten Junitage von Berlin nach Frankreich zurück, hatte also wahrscheinlich schon vor dem 1. Juni mit dem König die Steuerpacht verabredet. Im October 1765 verhandelt der König eingehend mit Minister VON MASSOW über eine weitere Reform der Accisetarife, was auch nicht zu der RICHTER'schen Legende passt, dass die Weigerung, 2 Millionen Thaler mehr aufzubringen, den Bruch mit den alten Ministern und die Berufung der Franzosen herbeigeführt habe. Bei diesen Verhandlungen erwähnt der König nebenbei, es würden demnächst französische Fermiers kommen; er versucht also die Steuerreform vorher mit MASSOW ins Reine zu bringen, ein Beweis, dass er die leitenden Steuergrundsätze nicht von den Fermiers sich dictiren lassen wollte.

Wenn je bei der Ministerrevue vom 10. Juni 1765 von 2 Millionen Thaler Mehreinnahme die Rede war, so ist jedenfalls nicht daran zu denken, dass FRIEDRICH, dem eben ein Abschluss vorlag von 3.9 Millionen Thaler Roh- und 3.4 Millionen Thaler Reineinnahme der Accisen, Licenten, Transitoabgaben und Zölle, diese Einnahmequellen um 2 Millionen Thaler zu erhöhen, d. h. diese indirecten Steuern um 50 Procent hinaufzuschrauben oder durch Beseitigung des Schmuggels und bessere Verwaltung so viel zú gewinnen dachte. Die 2 Millionen könnten höchstens den Wunsch

des Königs bezeichnet haben, die gesammte reine Staatseinnahme um 2 Millionen zu erhöhen; das Ergebniss derselben war 1764—1765 nur 11.8 Millionen gewesen, 1763—1764 dagegen 17.3 Millionen (RIEDEL, Br. preuss. Staatshaushalt in den beiden letzten Jahrhunderten, Beil. XIV). Wenn der König nun im Juni 1765, als er das schlechte Ergebniss des Jahres 1764—1765 erhielt, 2 Millionen Thaler mehr forderte, so heisst das nur, dass er das Deficit beseitigt wissen, dass er die Staatseinnahmen nicht weiter sinken lassen wollte. Mit der Einführung der Regie haben jedenfalls die angeblichen 2 Millionen Thaler gar nichts zu thun, wenn sie überhaupt je vom König gefordert wurden. Auch die Annahme fällt dadurch in sich zusammen, dass der König von seinen alten Ministern 2 Millionen gefordert habe, den Fermiers gegenüber aber dann mit 300000 Thalern zufrieden gewesen sei. Er hatte von diesen nach dem authentischen Schriftstück vom 29. April 1766 300000 Thaler sofortigen Vorschuss verlangt, den sie nicht zahlen konnten; von einer bestimmten Steigerung der Einnahmen ist nicht die Rede. Dass sie erhofft wurde durch Bekämpfung des Schmuggels und der Defraudation, durch eine ganz andere Verwaltungseinrichtung soll aber nicht geleugnet werden.

[8] Am 16. Februar 1748 hatte er an Minister BODEN geschrieben: »Meinen Principiis nach ist allemal darauf zu denken, auf was Arth die Armuth und der geringe Handwerksmann und Fabriquante in denjenigen Stücken, so selbige zur Erhaltung ihres Lebens unumgänglich nöthig haben, soulagirt werden können und müssen daher billig auf das Bier, Brod und Fleisch, wovon die Armuth leben muss, ganz sehr geringe Taxen und Imposten gelegt werden.« — Die vom König verfügten Ermässigungen benutzte in den nächsten Jahren das General-Directorium wiederholt, um die Ausfälle in der Accise zu erklären.

[9] Ich theile Einiges zum Beleg mit, was den Acten und Minüten entnommen ist, soweit ich keine andere Quelle angebe.

Am 15. Januar 1743 schreibt der König an das General-Directorium, es sollte überlegen, ob die Accise-Erhebung nicht vereinfacht, die Chikanen der Accisebediente beseitigt, die verschiedenen Abgaben auf einmal und an einem Ort eingehoben werden könnten. Am 15. Juli 1743 warf er dem General-Directorium vor, die Accise werde nicht sorgfältig verwaltet, es kämen zu viele Durchstechereien und Nachlässigkeiten vor. Am 5. October 1743 ernennt er den alten bewährten Accise-Director Berlins KLINGGRÄFF zum Mitglied der Kammer, d. h. giebt ihm Votum und Vortrag daselbst in Accisesachen »da er davon die beste Wissenschaft habe«. Am 20. Februar 1745 ergeht das Patent zu Hemmung der Accisedefraudationen, welche allhier in Berlin begangen werden (Myl. Cont. III, 3—6); es wird darin beschrieben, wie rings um die Stadt, auf dem platten Lande Niederlagen von Thee, Caffee, Taback seien, die zur heimlichen Versorgung der Stadt dienten. Am 23. Februar 1746 ist der König sehr ungehalten, dass im Januar 84842 Thaler bei der Accise ausgefallen seien. Die Unzufriedenheit mit HAPPE, als Provinzial-Minister für Magdeburg und Brandenburg und seine Ersetzung in dieser Stellung durch Minister BODEN (1747) hing wesentlich mit den Acciseausfällen zusammen. Der König schreibt 22. April 1747, das Deficit müsse auf der Ignoranz und Nachlässigkeit der Accisebedienten und ihrer Vorgesetzten beruhen, die Armee stehe jetzt wieder völlig im Lande, das Jahr sei doch kein ganz schlechtes. Er hoffe, das BODEN Ordnung schaffe. Dieser antwortet umgehend, die kurmärkische Kammer habe freilich nicht genugsam Attention darauf gehabt, ob die Steuerräthe und Unterbediente ihr Devoir gethan. Er verspricht auf das energischste vorzugehen. Ähnliche Vorwürfe, wie HAPPE, macht der König dem Halberstädter Kammer-Präsidenten RIBBECK 27. August 1747 (PREUSS Urk. I, 87). Mit BODEN entsteht eine regelmässige Correspondenz über die Acciseerträge, die Ursachen der Zu- und Abnahme u. s. w. So schreibt der König 20. Juni 1748: es sei Frieden im Lande; er werde von alllen Seiten flattirt, dass die Anzahl der Unterthanen sowohl, als Nahrung, Handel und Gewerbe eher zu- als abnehmen; dennoch sei im ganzen Etatsjahr ein Minus von 17000 Thalern. Es sei das um so weniger begreiflich, als die Etats für die Accise zu seines Vaters Zeiten nach den damaligen Umständen des Landes und der Armee

gemacht seien; seither sei die Armee vermehrt worden, das Land habe seit 1740 keinen grossen Unglücksfall gehabt; der Erwerb Schlesiens habe den Handel gesteigert; Anno 1744 seien noch 70000 Thaler Überschüsse gewesen; die Accisebedienten müssten untreue Leute sein.

Am 9. Mai 1749 erging ein Erlass des General-Directoriums über Controle auf der Frankfurter Messe, welcher man einen wesentlichen Antheil am Schmuggel beimaass. Wiederholt erfährt der König von einzelnen Defraudationen und zeigt es sofort den Behörden an, so 5. Februar 1750 die Einschwärzung von Zerbster Gold- und Silberfäden. Die Klagen über Acciseausfälle aber hören in den folgenden günstigen Jahren auf.

Aber am 25. Januar 1754 überträgt der König die Stelle eines Kammer-Directors bei der Berliner Kammer einem schneidigen Officier, seinem Flügeladjutanten Groschopp, er hofft, er werde die Steuercommissare besser controliren und die Accisedefraudationen besser verfolgen, dass solche nicht in's Weite gezogen, sondern prompte und dem Accisereglement gemäss abgethan würden. Wahrscheinlich im Zusammenhang hiermit steht es, dass die einzigen bisher auf dem Lande vorhandenen unteren Controlbeamten, die Polizeiausreuter, eine neue Instruction (23. Februar 1754 NCC. I. Sp. 625—636) erhalten und dass ein besonderes Patent gegen den Schmuggel der Schiffer und Schiffsknechte (29. Juni 1754 das. 669—74) ergeht.

[10] Zwei Punkte, in welchen ich am wenigsten mit Dr. Schultze's Darstellung und Urtheil einverstanden sein kann, sind seine Besprechung der Verwaltungskosten, S. 129 bis 140, und seine Annahme, die Hoffnung Friedrich's auf Abnahme des Schmuggels habe sich nicht erfüllt, S. 113—14.

Was die Verwaltungskosten betrifft, so stellt Sch. einfach die Actenangaben, dass sie früher 317752 Thl. später 7—900000 Thl. betragen haben, neben einander, ohne zu fragen, ob diese Zahlen vergleichbar seien. Das sind sie nicht und im Jahre 1766 wusste das jeder Beamte, der die hergebrachten Etats kannte. Die ganzen Kosten der Provinzial- und Centralverwaltung standen in den Domainenkassen-Etats; in den provinziellen Kriegskassen-Etats nur die der Steuerräthe, der Provinzialkassenbeamten und derartiges; offenbar wurden nun nur die localen Erhebungskosten und die Kosten aus den Provinzialkriegskassen-Etats 1766 zusammengestellt, ohne einen entsprechenden Antheil für die Kosten der Provinzial- und Centralverwaltung beizufügen. Man unterliess das umsomehr, als es sich bald herausstellte, dass diese Behörden so maasslos mit Geschäften überbürdet waren, dass eine Einziehung von Rathsstellen, wie der König sie wiederholt wünschte, nicht möglich sei. Auch das Amt des bisherigen Steuercommissars, das durch die Generalaufseher, Provinzialcontroleure, Stadtaufseher u. s. w. der Regie nach der Steuerseite hin ersetzt wurde, zeigte sich neben diesen noch als so nothwendig, dass es nicht nur belassen und mit neuer Instruction versehen wurde (1. August 1766), sondern dass dem Steuercommissar gerade von dieser Zeit an ein Büreaupersonal beigegeben wurde. Ebenso musste der Kreispolizeiausreiter, als Executivorgan des Steuerraths belassen werden. (Vergleiche über das Amt des Steuercommissars in der Zeit von 1766—86: [Richter] Finanzmaterialien 1787, III S. 15 ff.)

Darnach ist es selbstverständlich unrichtig, die obigen zwei Zahlen neben einander zu stellen; sie sind ganz unvergleichbar; die eine umfasst nur die Localinstanz, die andere den ganzen Behördenorganismus, die eine eine unvollkommene Localverwaltung, die andere eine sehr vollkommene mit dem neuen Apparat einer Grenzbewachung. Wenn Friedrich II. ab und zu die Kosten der Regieverwaltung zu hoch fand und sie zu reduciren suchte, so ist das bei seiner Sparsamkeit natürlich. An Manchem konnte ja auch etwas gespart werden. Im Ganzen aber waren sie nicht zu hoch; ja sie waren für die Controle und Grenzbewachung zu niedrig. Das hat Friedrich II. selbst immer wieder eingesehen und wiederholt, so besonders nach der Reduction von 1772, nachträglich die gestrichene Summe wieder bewilligt. Die Kosten waren in Wirklichkeit übrigens höher, als aus den Etats und Rechnungen der Regie sich ergiebt. An den wichtigsten Stellen wurde regelmässig Reiterei zur Unterstützung

der Brigaden verwendet. An den schlesich-polnischen Grenzen wurden mit den organisirten Schmugglerbanden förmliche Schlachten geschlagen. Nach der Erwerbung Westpreussens suchten im Winter von Danzig aus wiederholt Züge von 50 bewaffneten Schlitten die preussischen Zolllinien zu durchbrechen.

Die Verwaltungskosten der Regie betrugen im Anfang 14.5 Procent und sanken auf 11 Procent herab in einem Lande mit den ungünstigsten Grenzen, einem Flächengehalt von 3524 Quadratmeilen, einem zum Schmuggel sehr veranlassenden Zollsystem. Der bayerisch-württembergische Zollverein von 1828, 1765 Quadratmeilen, viel besser abgerundet, mit sehr mässigen Zöllen, brauchte 46 Procent seiner Einnahmen für Verwaltung und Grenzbewachung. Für die bayerische Pfalz kostete damals die Zollverwaltung 247601 Fl., während die Zölle 164767 Fl. eintrugen.

Um den preussischen Schmuggel richtig zu würdigen, muss man den anderer Länder im 18. Jahrhundert kennen. Über den englischen vor den PITT'schen Finanzreformen von 1784—1792, vergl. KILIAN im Jahrbuch für Gesetzgebung u. s. w. VI, (1882), 1282—1283. Man nahm an, dass die Hälfte der Bevölkerung am Schmuggel betheiligt war; 5½ Millionen Pfund Thee wurden jährlich verzollt, 7½ Millionen Pfund eingeschmuggelt. Dagegen waren die preussischen Zustände vor und nach 1766 günstig und harmlos. Ob sie sich nach 1766 gebessert haben, kann nicht darnach beurtheilt werden, ob keine Klagen mehr vorkommen, ob man ab und zu milder in der Bestrafung verfuhr als man gedroht. Ein erheblicher Schmuggel musste bleiben schon wegen der ungünstigen Grenzen, wegen der Höhe der Tarife und der zu grossen Zahl Einfuhrverbote, sowie weil vielfach die Grenzbevölkerung aus Hass gegen die neue Grenzbewachung Partei gegen die Brigaden ergriff. Ein Gesammturtheil, ob es besser geworden, konnte nur der abgeben, der beide Systeme gleichmässig jahrelang beobachtet: der König. Und er sagt Oeuvres VI, S. 77: *Par ce nouvel arrangement les produits augmentèrent, surtout ceux des péages, qui faisaient entrer dans le royaume de l'argent étranger; mais le plus grand bien qui en résulta, fut celui de diminuer la contrebande, si préjudiciable aux pays, où des manufactures sont établies.*

Ausgegeben am 2. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

2. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Klein las über die petrographische Untersuchung einer Suite von Gesteinen aus der Umgebung des Bolsener See's.

2. Hr. von Helmholtz übergab eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes der Akademie, Hrn. Prof. A. Kundt in Strassburg, über die Brechungsexponenten der Metalle.

3. Derselbe übergab eine Abhandlung des Hrn. Prof. H. Hertz in Karlsruhe über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen.

4. Hr. Fuchs legte vor eine Untersuchung von Hrn. Prof. M. Noether in Erlangen über die Anzahl der Moduln einer Classe algebraischer Flächen.

Die Mittheilungen 1. und 4. folgen umstehend, 2. und 3. werden in einem der nächsten Berichte erscheinen.

5. Hr. Wattenbach überreichte neue Publicationen der Monumenta Germaniae historica, nämlich 1. Epistolae saec. XIII e Regestis Pontificum Romanorum selectae, Tomus II; — 2. Necrologia Germaniae, I. Dioeceses Augustensis, Constantiensis, Curiensis, Pars posterior.

6. Das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, Hr. Anton de Bary, ist zu Strassburg am 19. Januar gestorben.

7. Zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe wurden gewählt Hr. Dr. Wilhelm Ahlwardt, Professor der orientalischen Philologie in Greifswald, und Hr. Prof. Dr. Wilhelm Pertsch, Director der herzoglichen Bibliothek und des Münzcabinets, Geheimer Hofrath zu Gotha.

Zu seinem am 3. Februar stattfindenden fünfzigjährigen Doctorjubiläum richtete die Akademie an ihr auswärtiges Mitglied, den Kaiserlich Russischen Staatsrath, Hrn. Dr. Otto von Boehtlingk in Leipzig, folgendes Beglückwunschschreiben:

Hochverehrter Herr und College!

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften nimmt es als ihr Recht in Anspruch, unter Denen nicht zu fehlen, welche Ihnen zu Ihrem heutigen Ehrentage ihre Glückwünsche darbringen. Denn sie zählt Sie schon seit mehr als dreissig Jahren zu ihren Mitgliedern, und hat durch Ertheilung der höchsten Ehren, über die sie zu verfügen hat, dafür Zeugniss gegeben, wie hohen Werth sie auf Ihre Mitgliedschaft legt.

Als Sie, ein Schüler Chr. Lassen's, in den Jahren 1839 und 1840 Ihre Ausgabe und Erklärung von Pâṇini's Grammatik veröffentlichten, während bald danach (1841) Ihr Freund N. L. Westergaard seine Radices linguae Sanscritae publicirte, da hatte ein Jeder von Ihnen Beiden ein Werk geliefert, welches allein schon seinem Namen in der Geschichte der Sanskrit-Philologie unverwelkliche Lorbeeren sicherte. Westergaard wandte sich anderen Studien zu. Ihnen aber ist es beschieden gewesen, diesem Ihrem Erstlingswerke noch eine reiche Fülle gleichartiger Arbeiten folgen zu lassen, welche nicht nur durch die Schwierigkeit ihrer Ausführung, sondern zum guten Theil auch durch die Grossartigkeit ihrer Anlage demselben würdig zur Seite traten.

In directem Anschluss an Ihr grosses Pâṇini-Werk standen zunächst Ihre beiden Schriften (1843) über die Declination im Sanskrit und über die Uṇâdi-Affixe, sowie Ihr »Versuch« über den Accent im Sanskrit, der zuerst über dieses hochwichtige Thema Aufschluss brachte.

Mittlerweile war aber auch schon wieder ein anderes grosses Werk von Ihnen erschienen (1842), Ihre treffliche Ausgabe der Ça-

kuntalà, welche zum ersten Male diejenige Recension dieses Drama's an das Licht stellte, die seitdem Jahrzente lang als die beste und ursprünglichste gegolten hat, eine Stellung, die ihr erst in neuester Zeit streitig gemacht worden ist.

Ihre Sanskrit-Chrestomatie (1845, zweite Aufl. 1877), Ihre Herausgabe der Grammatik des Vopadeva (1847) und Ihre in Verbindung mit Charles Rieu publicirte Ausgabe von Hemacandra's Glossar legten für Ihre Meisterschaft auf dem Gebiete der Textkritik, der Grammatik, der Wortforschung weitere glänzende Zeugnisse ab.

Eine Weile schien es, als ob Ihre unermüdliche Thätigkeit sich anderen sprachlichen Forschungen, dem Studium der türkischen Sprachen, speciell dem Yakutischen (1851), sowie der russischen Grammatik zuwenden wollte.

Aber Sie kehrten doch bald wieder zu Ihrem geliebten Sanskrit zurück. Im Jahre 1853 begannen Sie, in Gemeinschaft mit Rudolf Roth, das grosse »Sanskrit-Wörterbuch«, dessen sieben stattliche Bände nicht nur der Akribie, dem Scharfsinn und der Combinations-Gabe seiner beiden Herausgeber, sondern auch unserer Schwester-Akademie in St. Petersburg, unter deren Aegide dieser Thesaurus erschien und der zu Ehren er ja meist einfach nur als das »Pet. W.« citirt zu werden pflegt, zu unvergänglichem Ruhme gereichen.

Und während Sie mit diesem 23 Jahre rastloser Arbeit in Anspruch nehmenden grossartigen Werke in einer für jeden Andern voll ausreichenden Weise beschäftigt waren, fanden Sie doch noch Zeit, nicht allein zu Ihrer dreibändigen Sammlung »Indischer Sprüche« (1863 fg. 1870 fg.), sondern auch zu Ihrer kritischen Durchmusterung (1875) des grössten Theiles der bis dahin erschienenen Sanskrit-Texte. Bei dem eigenthümlichen Charakter des Sanskrit, als einer auch Seitens der höheren Volksschichten im Wesentlichen nur durch Schul-Studium zu erlernenden, daher in ihrer Verwendung durch die einzelnen Autoren zu kritischen Ausstellungen vielfach Anlass gebenden Sprache (werden doch selbst dem Kâlidâsa »zahllose« sprachliche Verstösse zur Last gelegt!), haben ja in der That auch sprachliche Fehler in jedem Texte ihre individuelle Begründung, und darf man nicht von jedem Autor eine durchaus correcte Ausdrucksweise verlangen. Aber in Ihrer Aufspürung von Fehlern, die rein auf die Incorrectheit der handschriftlichen Überlieferung zurückzuführen sind, haben Sie in diesen Ihren kritischen Untersuchungen einen Tact und eine Genialität des Conjiciren's bewährt, welche denselben die grösste Bewunderung der Fachgenossen eingetragen haben. — Auch Ihre Übersetzung des schwierigen Drama's Mṛicchakaṭikà (1877) gehört noch in diese Gruppe Ihrer Arbeiten.

Nach der Vollendung Ihres grossen Lebenswerkes gingen Sie muthig an die Ausarbeitung eines neuen Sanskrit-Wörterbuches »in kürzerer Fassung«, die nun auch, nach zehnjähriger Dauer, ihrem Abschluss entgegen sieht. Aber kaum hatten Sie diesen vor Augen, so wandten Sie Sich einer neuen gewaltigen Aufgabe zu, nahmen Ihre Jugendarbeit über Pâṇini wieder auf, und haben (1886—87) den staunenden Mitforschern eine neue Ausgabe desselben, mit Übersetzung, Erläuterung und dem mannichfachsten Beiwerk geliefert, welche alles bisher auf diesem Gebiete Geleistete zusammenzufassen und zu einem vorläufigen Abschluss zu bringen bestimmt ist.

So bringen wir Ihnen denn, hochverehrter Herr und College, unsere wärmsten Glückwünsche dazu dar, dass es Ihnen vergönnt gewesen ist, ein ganzes volles Menschenleben hindurch ausschliesslich im Dienste der Wissenschaft wirken zu können. Und wir danken Ihnen dafür, dass Sie diese Ihre bevorzugte Stellung mit einer Pflichttreue und mit einem Eifer ausgefüllt haben, die über jedes Lob erhaben sind. Möge es Ihnen bestimmt sein, noch lange in gleicher Frische und Kraft zu leben und zu wirken, zum Segen der Wissenschaft, zum Ruhme des deutschen Namens!

Berlin, den 3. Februar 1888.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Petrographische Untersuchung einer Suite von Gesteinen aus der Umgebung des Bolsener See's.

Von Carl Klein.

Als ich im Jahre 1884 den Leucit bezüglich seines optischen Verhaltens studirte,[1] nahm ich Gelegenheit das in Rede stehende Mineral auch in seinem Auftreten als Gemengtheil verschiedener Gesteine zu betrachten. Diese Beschäftigung rief in mir den Wunsch wach, die hauptsächlichsten Orthoklas- und Plagioklasgesteine, welche Leucit enthalten, näher kennen zu lernen, und ich bemühte mich in Folge dessen auf einer im Frühjahre 1885 unternommenen, italienischen Reise Material hierzu, zunächst von den wichtigsten Fundstätten dieses Landes, zu sammeln und zusammenzubringen.

In Folge dieses Bestrebens begrüsste ich es auch freudig als mir im Herbste 1886 der Geologe Hr. A. Verri, Major im Geniecorps der italienischen Armee, eine Suite von Gesteinen aus der Umgebung des Bolsener See's zur Bearbeitung in petrographischer Hinsicht übergab und dies um so mehr, als von fast allen Handstücken durch Hrn. Prof. Ricciardi, damals in Chieti, nunmehr in Bari, Analysen und zum grossen Theil auch Bestimmungen der specifischen Gewichte ausgeführt worden waren.

Im Nachfolgenden theile ich nunmehr die Resultate der petrographischen Untersuchungen mit: Hr. Verri wird seinerseits Gelegenheit nehmen die geologischen Momente an anderer Stelle zu erörtern.

Bei den Gesteinsuntersuchungen ergiebt sich im Grossen und Ganzen eine erfreuliche Bestätigung der Angaben G. vom Rath's[2] über

[1] Vergl. Nachrichten von d. K. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen 1884. Nr. 6 und 11; fernerhin Neues Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. Beilage-Band III. 1885.

[2] G. vom Rath. Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. VI. Die Umgebungen des Bolsener See's. — Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft Bd. XX. 1868. — Abgesehen von dem dieser Arbeit beigegebenen Kärtchen, leistet zur Orientirung im Detail sehr gute Dienste die 1851 im Maassstabe $^1/_{86400}$ vom K. K. militär. geogr. Inst. in Wien herausgegebene topogr. Karte des Kirchenstaats und des Grossherzogthums Toscana.

diese interessante Localität. Es sei daher auf jene Angaben ganz besonders verwiesen.

Nach denselben treten am Nordrande des See's Trachyte auf, dieselben greifen nach Osten und Westen etwas über. Die Hauptmasse der dort und im Süden vorkommenden Gesteine ist aber, abgesehen von den Tuffen, ein Leucitgestein, dessen wechselnde Zusammensetzung schon G. vom Rath im Wesentlichen richtig erkannte und Leucitophyr nannte. Nach der heutigen Auffassung ist das Gestein Leucittephrit zu nennen und es wird sich zeigen, dass neben normaler Ausbildung Modificationen derselben vorkommen, die zu den Leucititen hinneigen,[1] während andere Abänderungen den Namen olivinführender Leucittephrit oder Leucitbasanit verdienen. Bei Proceno, N. N. W. vom Bolsener See, ist ein Gestein entwickelt, welches, obwohl noch ein Leucittephrit, durch Sanidinführung einen Übergang zu den Leucitophyren bildet. Ein typisches Vorkommen letzterer Gesteinsabänderung ist in einem Vorkommen von Gradoli, im N. W. des See's gelegen, vorhanden.

Ausser diesen Gesteinen kommt am Monte Rado bei Bagnorea, im N. W. des See's, ein Gestein vor, was als Augitandesit mit accessorischem Olivin bezeichnet werden muss. Obwohl Stoppani 1873 den Monte Rado als Crater anführt, scheint er doch das hier in Rede stehende leucitfreie Gestein nicht in den Bereich seiner Untersuchung gezogen zu haben.[2]

Mit der Schilderung der petrographischen Verhältnisse dieser Gesteinsarten werde ich mich nunmehr im Folgenden, gestützt auf die chemischen Analysen von Prof. Ricciardi, beschäftigen. — In späterer Folge gedenke ich Mittheilungen über andere italienische Gesteine, besonders über leucitführende, folgen zu lassen.

[1] Diese Ausbildungsweisen erkannte gleichzeitig mit und unabhängig von mir mein verehrter Freund Rosenbusch. Sie finden sich angeführt in seinem Werke: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, 1887, S. 761 u. 762. — Die sonst gegebene Charakteristik der Gemengtheile und der Structur der Bolsener See Tephrite stimmt mit meinen Beobachtungen völlig überein.

[2] Ich verdanke diese Mittheilung Hrn. Verri. Er schreibt darüber: »Lo Stoppani indicò il monte Rado come cratere nel corso di Geologia, Vol. III, §. 660—664 (Milano 1873).« — Das Werk konnte ich leider hier nicht einsehen. — Fernerhin schreibt Hr. Verri: »La roccia del monte Rado pare posteriore non solo alla trachite, ma anche alla leucittefrite rappresentata dal campione dei Sassi lanciati.« — Und ferner führt er von dem nunmehr als Augitandesit bestimmten Gesteine an: »Non credo che alcuno l'abbia notata, perchè anche lo Stoppani quando nel §. 664 nomina la lava nera anfigenica, credo che debba intendere la leucittefrite, inferiore della quale estraggono pietre per lastrici, e la quale al mio modo di vedere forma una colata contemporanea alla lava dei Sassi lanciati.«

I. Trachytische Gesteine.

1. Olivinführende Trachyte.

Dieselben liegen vor von den Fundpunkten: Torre Alfina (Fosso verso Acquapendente) und San Lorenzo. Obwohl letztere Fundstelle auf dem ersten Walle liegt, der im Norden den Bolsener See begrenzt, und Torre Alfina auf dem zweiten, noch nördlicher gelegenen, der in weitem Bogen sich um den See zieht, sich befindet, haben beide Vorkommen doch grosse Ähnlichkeit untereinander.

Dies drückt sich zunächst aus in der chemischen Zusammensetzung und es ergeben die Analysen für:

	Torre Alfina	—	San Lorenzo
SiO^2	63.22	—	63.26
P^2O^5	1.07	—	0.51
Al^2O^3	16.26	—	16.05
Fe^2O^3	1.41	—	1.04
FeO	3.84	—	6.13
MnO	Sp.	—	0.14
CaO	4.75	—	5.50
MgO	1.25	—	1.29
K^2O	4.18	—	3.18
Na^2O	2.42	—	1.62
Glühverl.	1.87	—	1.57
Sa.	100.27	—	100.29
Spec. Gew.	2.481	—	2.416.

Makroskopisch erkennt man bei beiden Vorkommen in einer braun-röthlichen Grundmasse von rauher Beschaffenheit unzersetzten glasigen Feldspath in Leisten und Tafeln, dann treten dunkler Biotit, Augit und hie und da gelblich-weissliche Zersetzungsproducte auf.

Unter dem Mikroskop[1] ist die Structur porphyrisch und es treten in einer vorherrschenden Grundmasse als grössere Einsprenglinge

[1] Zur Übersicht der Präparate wurde meist System No. 2 (Hartnack) genommen; die Detailbeobachtungen sind vorzugsweise mit den Systemen 4 oder 5 angestellt. Um feine Details erkennen zu können dienen die Systeme 7, 9 oder 10.

Will man eine Übersicht über einen sehr grossen Einsprengling, z. B. einen Feldspath oder einen Leucit nehmen, so wende man als Objectiv nur die Bertrand'sche Linse an. — Um rasch und ohne das Präparat zu berühren convergentes Licht zu erzeugen, ist es nöthig, den Polarisator soweit senken zu können, dass man den ihn tragenden Schlitten herausziehen, die Condensorlinsen auf den Polarisator setzen, den

hervor: Sanidin; untergeordneter erscheinen: Augit, Biotit, Olivin, Plagioklas, Magnetit.

Sanidin erscheint in Tafeln, Lappen und grösseren Leisten. Dieselben entstammen nicht selten wohlumgrenzten Einzelindividuen, die indessen manchmal auch zerborsten sind. Er ist klar, hat wenig Andeutungen von Spaltbarkeit, dagegen weist er häufig Absonderung, ungefähr nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) verlaufend, auf. Von Zwillingsbildungen wurden solche nach dem Carlsbader Gesetz häufig beobachtet. An geeigneten Durchschnitten geprüft, erwies sich um die erste Mittellinie der Axenwinkel als sehr klein und der Charakter der Doppelbrechung als negativ. — An Einschlüssen ist das Mineral im Ganzen arm, doch kommen solche von Grundmasse, Bläschen und Apatitnadeln vor.

Plagioklas ist als Einsprengling selten. Es wurden an solchen Zwillingsbildungen nach dem Albitgesetz, Andeutungen von Zonenstructur und nicht unbeträchtliche Auslöschungsschiefen beobachtet, so dass man auf einen basischen Feldspath schliessen kann.

Augit kommt als Einsprengling häufiger als Biotit vor. Er bildet öfters wohlumgrenzte Krystalle, die in der Säulenzone das Stammprisma und die beiden Pinakoide zeigen, terminal durch Pyramidenflächen begrenzt sind. Die Spaltbarkeit nach ∞P (110) ist deutlich. Die Farbe ist grün, der Pleochroismus sehr schwach und so, dass der parallel $\mathfrak{b}$ schwingende Strahl grünlich, der in der Axenebene vibrirende gelblich ist. Die Auslöschungsschiefen sind sehr beträchtlich und gehen bis zu 42°.

Biotit. Derselbe ist sehr dunkel und erweist sich bezüglich der parallel oder nahe parallel den Spaltspuren schwingenden Strahlen als stark absorbirend. Seine Durchschnitte senkrecht und annähernd senkrecht zur Basis lassen zum Theil eine gute Erhaltung, dann aber auch Zersetzungsvorgänge, angedeutet durch ein Bleichen, wohl hie und da auch durch ein Rothwerden, erkennen. An Einschlüssen führt er, besonders am Rande, Magnetit; tief eingreifende Resorptionsvorgänge (völlige Verwandlung in Magnetit und Augit) wurden nicht beobachtet.

Olivin tritt in Durchschnitten auf, die, wenn unverändert, wasserklar und von rauher Schliffläche sind. Dieselben werden

---

Schlitten wieder einführen und durch die Schraube den Polarisator mit dem Linsensatz bis zu dem gewünschten Punkte orientirt heben könne.

— Arbeitet man bei Gaslicht, so dient ein vor das Instrument gestellter Cylinder aus blauem Kobaltglas in einfachster Weise dazu, sich, abgesehen von anderen kostspieligeren Vorrichtungen, eine Beleuchtung schaffen zu können, die annähernd weisses Tageslicht ersetzt. — Wird der blaue Cylinder auf die Gaslampe gesetzt, so hat die Vorrichtung nicht ganz denselben Effect.

öfters begrenzt von den Spuren des Einschnitts von $2 P \breve{\infty} (021)$ und $\infty P \breve{\infty} (010)$ und gehen ihrerseits dann parallel oder nahe parallel $\infty P \bar{\infty} (100)$. Auch solche wurden beobachtet, die parallel $o P (001)$ gehen und von $\infty P (110)$ und $\infty P \bar{\infty} (100)$, seltener $\infty P \breve{\infty} (010)$ begrenzt sind. Dazwischen kommen viele Durchschnitte mit anderen Schnittlagen vor.

Die Spaltbarkeit nach zwei auf einander senkrechten Richtungen [$\infty P \breve{\infty} (010)$ und $\infty P \bar{\infty} (100)$] ist ungleichwerthig und nicht vollkommen.

Die Auslöschungsrichtungen verlaufen den Anforderungen des rhombischen Systems entsprechend. In der Hellstellung der Platten zeigen dieselben hohe Polarisationstöne.

Von HCl werden die in Rede stehenden Gebilde leicht angegriffen und verlieren nach kurzer Behandlung damit ihre Durchsichtigkeit.

Meistens erscheint der Olivin im Gesteinsgewebe nicht mehr frisch, sondern mehr oder weniger verändert und höchstens in der Mitte der Durchschnitte noch erhalten. Es geht vom Rande aus, dann aber auch von Spalten und Rissen her eine Ausscheidung von Eisenerzen vor sich, die eine tiefe Braunfärbung am Rande und an den Rissen zur Folge hat. Von da ab nach der Mitte zu verläuft die Substanz durch bräunliche in grünliche[1] Töne und geht dann in die unzersetzten lichten Partieen über. Wo Färbung sich einstellt, da ist auch ein schwacher Pleochroismus vorhanden.

In der Grundmasse beobachtet man kleine Kryställchen von Sanidin und zwillingsgestreiftem Feldspath, dann erscheint Magnetit, randlich z. Th. zersetzt und roth gefärbt; hie und da tritt dieses Mineral auch in etwas grösseren Gebilden mehr einsprenglingsartig hervor. Endlich beobachtet man Apatit in langen quergegliederten Nadeln. — Da, wo diese Gebilde, besonders die Feldspathe, zu ganz winzigen Dimensionen herab sinken, zeigen sich Andeutungen von Fluidalstructur.

Die Grundmasse selbst macht den grössten Theil des Gesteins aus und erweist sich als ein Glas mit zahlreichen Entglasungsproducten Ihre braune Färbung ist vorzugsweise dadurch hervorgebracht, dass sich in zahlreichen Entglasungsproducten (Globuliten, Cumuliten, z. Th. Trichiten) das Pigment concentrirt hat.

Die im Eingang erwähnten, hie und da beobachteten, gelblichweissen Zersetzungsproducte sind concentrisch strahlig angeordnet und wirken nur schwach auf das polarisirte Licht ein.

[1] In Folge dieses Umstandes ist es vielleicht nicht unwahrscheinlich, dass erst Serpentinisirung eintritt und dann der Process der Umwandlung folgt, bei dem Eisenerz ausgeschieden wird.

2. Olivinführende, andesitische Trachyte.

Hierher gehören die im Westen von San Lorenzo gelegenen Trachytvorkommen von Sassara und Mont' Alfina.

Die Analysen ergeben:

	Sassara	—	Mont' Alfina
SiO^2	56.76	—	56.32
P^2O^5	0.47	—	0.34
Al^2O^3	16.79	—	18.17
Fe^2O^3	2.07	—	2.23
FeO	6.95	—	6.47
CaO	6.01	—	5.33
MgO	1.63	—	2.84
K^2O	4.67	—	4.18
Na^2O	2.43	—	1.80
Glühverl.	2.44	—	2.15
	100.22	—	99.83
Sp. Gew.	2.470	—	2.520

Vergleicht man diese Analysen mit den vorigen, so ist der Gehalt an SiO^2 gefallen, der an Al^2O^3, CaO, Na^2O zum Theil gestiegen: dies kann auf Abnahme des saueren und Zunahme des basischen Feldspaths hin gedeutet werden, ebenso lässt die Vermehrung des FeO bei Zunahme des CaO und Sinken von SiO^2 auf Zunahme des Olivins schliessen. — In der That beobachtet man, dass letzteres Mineral etwas, der Plagioklasgehalt aber bedeutend zugenommen hat, so dass der trikline Feldspath unter den Einsprenglingen den Sanidin nahezu verdrängt.

Was das makroskopische Ansehen der Gesteine anlangt, so sind sie bräunlich-grau bis röthlich-braungrau von Farbe und besitzen viele kleine Hohlräume in einer gegenüber den früher beschriebenen Vorkommen glatteren Grundmasse. In derselben erkennt man als Einsprenglinge Feldspathkrystalle, dunkelen Glimmer und Augit.

Unter dem Mikroskop treten unter den Einsprenglingen namentlich die Plagioklase hervor, Sanidin tritt zurück, dann folgen Augit, Olivin, Biotit, Magnetit, Apatit.

Plagioklas. Derselbe zeigt reichlichen Zwillingslamellenbau nach $\infty P \breve{\infty} (010)$, besitzt ausserdem z. Th. Zonenstructur und weist grosse Auslöschungsschiefen — bis zu 30° und darüber der Lamellen rechts und links von der Zwillingsgrenze — auf. An Einschlüssen wurden namentlich solche von Glassubstanz beobachtet.

Sanidin tritt als Einsprengling zurück. Er zeigt, wie auch der Augit, Olivin, Magnetit und der bisweilen in grösseren Kry-

stallen vorkommende Apatit, gegenüber den früher bei den Vorkommen von Torre Alfina und San Lorenzo geschilderten Eigenschaften dieser Mineralien nichts besonders Bemerkenswerthes.

Auch der hier vorkommende Biotit hat dieselben Charaktere wie früher erwähnt. Er zeigt sich indessen bisweilen auch gebogen und stark mit Magnetit erfüllt oder davon umrandet.

Erwähnenswerth ist das Auftreten gewisser Einsprenglinge in der Grundmasse, so des Plagioklas, Augit und Olivin, in Form von grösseren, localen Anhäufungen. Es deutet dies, wie bekannt, darauf hin, dass man in diesen Anhäufungen Ausscheidungen, einer früheren Periode der Gesteinsbildung entstammend, zu sehen habe.

Die Grundmasse besteht nahezu aus denselben Mineralien, die die Einsprenglinge bilden. Sie ist krystalliner als die der früheren Vorkommen und weniger Glasbasis als dort ist vorhanden. Im Besondern nehmen an ihrem Aufbau Theil: Plagioklasleisten in Zwillingen nach dem Albitgesetz, Sanidine in einfachen Krystallen und Carlsbader Zwillingen, Augit in grünen Säulchen, Biotitfetzen, Magnetit und Apatit.

3. Trachyt von Bolsena.

G. vom Rath vergleicht denselben im äusseren Ansehen mit einem Vorkommen des Siebengebirges;[1] ich kann diesen Vergleich völlig bestätigen.

Makroskopisch stellt der Trachyt von Bolsena eine feinkörnige bis schuppige, lichtgraue Grundmasse dar, in der man Einsprenglinge von Feldspath, Augit und etwas Glimmer erkennt.

Die Analyse ergiebt:

SiO^2	=	57.97
P^2O^5	=	0.42
Al^2O^3	=	17.65
Fe^2O^3		0.63
FeO	=	7.50
MnO	=	0.09
CaO	=	5.53
MgO	=	1.71
K^2O	=	5.31
Na^2O	=	1.50
Glühverl.	=	1.82
		100.13

Spec. Gew. 2.451

[1] G. vom Rath a. a. O. S. 291.

Unter dem Mikroskop treten als Einsprenglinge hervor:

Sanidin. Derselbe zeigt die bei den früheren Vorkommen erwähnten Eigenschaften und lässt an Einschlüssen (dieselben liegen öfters um den Rand der Krystalle wie ein Kranz herum) solche von Magnetit, Augit und Glassubstanz, auch von Apatitnadeln, erkennen.

Plagioklas, gegenüber dem Sanidin untergeordnet erscheinend, tritt in Zwillingen nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) auf und zeigt hie und da Zonen- und Gitterstructur. An den Krystallen beobachtet man bisweilen einen inneren, klaren, wohlumgrenzten, z. Th. verzwillingten Kern, dessen Auslöschungsschiefen von 26—32° l. u. r. von der Zwillingsgrenze auf einen basischen Feldspath deuten. Umgeben ist dieser Kern von einer offenbar rascher gewachsenen Hülle, die mit Einschlüssen von Magnetit und Glas, auch wohl von Augit erfüllt und in Folge dessen von trüberem Ansehen ist. Die Hülle erweist sich manchmal als einheitlich, dann aber auch als nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) verzwillingt, hat nahezu Orientirung der Hauptauslöschungsrichtungen zu den krystallographischen Hauptrichtungen des Kerns und deutet also auf jeden Fall einen saueren Feldspath an. Es macht den Eindruck, als umgäbe die Substanz desselben den eingeschlossenen Kern wie ein Kitt, der nach aussen hin ohne scharfe Begrenzung verfliesst.

Augit ist grün und zeigt die früher beschriebenen Eigenschaften rücksichtlich des Pleochroismus, der Auslöschungsschiefen und der Spaltbarkeit. Man beobachtet zuweilen einen Unterschied in der Färbung zwischen Kern und Hülle und es kommt vor, dass der Kern grün und die Hülle licht ist und dass das Umgekehrte stattfindet. Die Auslöschungsrichtungen von Kern und Hülle sind aber nicht wesentlich von einander verschieden.

Biotit ist braun und bemerkenswerth, abgesehen von seinen charakteristischen Eigenschaften, durch die Resorptionserscheinungen (Erfüllung mit aus seiner Substanz gebildetem Magnetit und Augit), die er zeigt.

Magnetit und Apatit zeigen nichts besonders Bemerkenswerthes.

Olivin konnte nicht nachgewiesen werden.

Hornblende, die G. vom Rath angibt, konnte ich nicht auffinden.

Die Grundmasse ist fast völlig krystallin und in ihr nur wenig Glasbasis vorhanden. Erstere erweist sich im Wesentlichen bestehend aus kleinen Sanidinen, die einfache Krystalle in Leisten und Läppchen und Carlsbader Zwillinge bilden; der Plagioklas erscheint in Leistenform und ist verzwillingt nach $\infty P \breve{\infty}$ (010), Augit tritt in nahezu farblosen, schief auslöschenden Prismen auf. Biotit erscheint in braunen

Fetzen. Apatit in Nadeln. Das fein vertheilte Magneteisen bestäubt die Gemengtheile; für seine Menge gibt die Analyse zu wenig Fe^2O^3 an.

4. Trachyt vom Monte di San Magno (versante di Latera.)

Dieses im W. N. W. des Sees gelegene Vorkommen wird ebenfalls schon durch G. VOM RATH angegeben und nach seiner Zusammensetzung richtig erkannt.[1]

Es ist ein dunkel- bis lichtgraues, etwas fettglänzendes, krystallinisches Gestein, was grössere Feldspathleisten und Augitdurchschnitte als Einsprenglinge darbietet. Bei oberflächlicher Betrachtung erinnert es etwas an Phonolith.

Die Analyse ergibt:

SiO^2	= 60.03
P^2O^5	= 0.42
Al^2O^3	= 17.05
Fe^2O^3	= 1.83
FeO	= 4.15
MnO	= 0.09
CaO	= 6.58
MgO	= 1.12
K^2O	= 5.12
Na^2O	= 2.31
Glühverl.	= 1.42
	100.12
Spec. Gew.	= 2.543.

Unter dem Mikroskop erkennt man an Einsprenglingen vorwaltend:

Sanidin in langen Leisten und grossen Tafeln. Es kommen einfache Krystalle und Carlsbader Zwillinge, bei denen die zusammensetzende Fläche theils regelmässig nach dem seitlichen Pinakoid verläuft, theils von unregelmässiger Lage ist, vor. Zweimal wurde Bavenoër-Zwillingsbildung beobachtet. In dem einen Falle führt der Schnitt zufällig annähernd senkrecht gegen $oP(001)$ und $\infty P \grave{\infty} (010)$ der beiden Individuen, der Axenwinkel um die erste Mittellinie ist in beiden Theilen sehr klein (fast Null), der Charakter der Doppelbrechung negativ. Zwischen gekreuzten Nicols des Mikroskops hellt der Schnitt, seiner besonderen Lage und des sehr kleinen Axenwinkels wegen, bei einer vollen Horizontaldrehung des Praeparats,

[1] G. VOM RATH a. a. O. S. 292.

fast nicht auf; bedient man sich aber des Gypsblättchens vom Roth der I. Ordnung, so treten doch in beiden Zwillingshälften schwache Elasticitätsdifferenzen, damit verschiedene Färbungen der Hälften und dadurch der Zwillingscharakter der Partie hervor.

Die hier nicht ausgesprochene Spaltbarkeit lässt nähere Bestimmungen über Lage der Axenebene u. s. w. nicht ausführen. Im Allgemeinen ist auch sonst die Spaltbarkeit wenig deutlich entwickelt und mehr die bekannte Absonderung, ungefähr nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) verlaufend, zu sehen.

Die Substanz des Sanidins ist sehr frisch und klar. Einschlüsse von Bläschen, Glas, Augit, Magnetit und Apatit sind indessen auch manchmal beobachtet.

Plagioklas ist nicht selten. Er bildet in kurzgedrungenen Krystallen Zwillinge nach dem Albitgesetz, aber auch Periklinzwillingsbildungen fehlen nicht. Die senkrecht zu $\infty P \breve{\infty}$ (010) gemessenen, zur Linken und Rechten der Zwillingsgrenze mit gleichen Werthen erscheinenden Auslöschungsschiefen bewegen sich zwischen 15 und 30° und lassen auf Feldspathe basischen Charakters schliessen. Zonenstructur zeigt sich bisweilen. — Bemerkenswerth ist das Auftreten der Plagioklase in Gruppen und Nestern; in denselben sind sie nicht selten mit Augit vereinigt.

Augit ist grün von Farbe. Krystallbildung, Spaltbarkeit, Auslöschungsschiefen, Pleochroismus sind wie in den früheren Vorkommen. Hervorzuheben ist die nicht seltene Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) und die hie und da beobachtete Sanduhrform der Krystalle. An Einschlüssen führt er Glas und Magnetit.

Olivin ist nicht beobachtet.

Biotit und Magnetit zeigen die gewöhnlichen Eigenschaften, auch ersteres Mineral die der magmatischen Resorption.

Die Grundmasse überwiegt an Menge die Einsprenglinge und löst sich fast völlig in ein krystallines Aggregat von vorwaltend monoklinen und triklinen (mehrfach verzwillingten) Feldspathleisten, sodann kleinen, gelblich-grünlichen Augitsäulchen, Schüppchen von Biotit und Körnchen von Magnetit auf. Das Ganze zeigt schönste Fluidalstructur, an der sowohl die Bestandtheile der Grundmasse, als die Einsprenglinge Theil nehmen. Soweit stünde Alles mit einem plagioklashaltigen Trachyt im Einklang.

Nun kommen aber zwischen den fluidal angeordneten Feldspathleisten, die, wie schon erwähnt, die Hauptmasse der Gesteinsbestandtheile ausmachen, eigenthümliche rundliche Gebilde vor, um die sich der Strom der Feldspathe wie um Knoten herumwindet, und die sehr schwach oder wohl auch gar nicht auf das polarisirte Licht einwirken.

Wendet man empfindliche Hülfsmittel, wie ein Gypsblättchen, an. studirt man dann auch die Gebilde bei stärkerer Vergrösserung, so glaubt man die Form der Leucite und wohl auch deren gewöhnliche Einschlüsse zu erkennen.

Prüft man aber näher, so findet man, dass im HCl-auszug des Gesteins nur eine geringe Menge von K^2O vorhanden ist (nach gefälligen Mittheilungen von Hrn. Prof. Jannasch in Göttingen nur 0.28 Procent); danach können diese Gebilde, die man sonst wohl für schwach auf das polarisirte Licht einwirkende Leucite ansehen könnte, keine solchen sein und es liegt in ihnen nur ein gespanntes Glas vor. — Der Rest der Grundmasse, der nicht krystallin erstarrte, hat sich also in diesen Gebilden zusammengezogen, kommt überdies fein vertheilt zwischen den krystallinen Gemengtheilen vor und steht mit der Fluidalstructur derselben im Zusammenhang.

Wie man aus dem über die Trachyte Gesagten ersieht, fehlt überall die Hornblende und an ihrer Stelle erscheint durchweg der Augit. — Im Einzelnen sind die Gesteine z. Th. ausgezeichnet durch Olivinführung bei Anwesenheit von wenig oder viel Plagioklas. Glasige Grundmasse ist in wechselnden Mengen vorhanden.

5. Trachyttuff von Valle Vidona.

Dieses Vorkommen liegt im Süden des Bolsener See's, und zwar weiter von ihm entfernt als das nördlichste der beschriebenen Trachytvorkommen, Torre Alfina.

Dasselbe ist makroskopisch von schwärzlich-grauem, geschichteten Ansehen und führt Bruchstücke von Feldspath.

Die Analyse ergibt:

SiO^2	=	59.36
Al^2O^3	=	27.27
FeO	=	3.16
MnO	=	0.14
CaO	=	3.99
K^2O	=	1.65
Na^2O	=	1.11
Glühverl.	=	3.38
		100.06

Unter dem Mikroskop erkennt man ein Trümmerwerk von Grundmasse, erfüllt von Zersetzungsproducten und zerbrochenen Krystallen von Sanidin, Glimmer und Augit, wie sie in den Trachyten vorkommen. Auf Grund dieses Befundes muss man wohl annehmen, der Tuff habe sich aus dem zerstörten Material von Trachyten gebildet.

Welche Trachyte dies waren, ist Aufgabe des Geologen zu bestimmen. Die Lagerstätte ist näher an denen des Ciminischen Gebirges als an denen, welche sich im Norden des Bolsener See's finden.

II. Leucitgesteine.

In der Umgebung des Bolsener See's treten Leucittephrite und Leucitbasanite, sowie Leucitophyr auf.

Die Leucittephrite der näheren Seeumgebung sind von basaltischem Ansehen und neigen zum Theil zu den Leucititen hin:[1] ferner kommt, abgelegen vom See im N. W. bei Proceno, ein Leucittephrit vor, der dem Normaltypus, wie er an der Rocca Monfina entwickelt ist, zwar nahe steht, aber durch Sanidinführung nach der phonolithischen Reihe hin gravitirt.

Die Leucitbasanite sind im äusseren Habitus von den Tephriten verschieden. Sie haben eine poröse, graue Grundmasse, die den Stücken ein doleritisches Ansehen gibt. Chemische Zusammensetzung und Olivinführung sondern sie fernerhin von den Tephriten ab. Ob ihnen eine volle Selbständigkeit zukommt, vermögen nur die Verhältnisse des Auftretens in der Natur zu entscheiden, da mit Rücksicht auf die mineralogische Zusammensetzung und die Structur in mikroskopischer Hinsicht, abgesehen von der Olivinführung, kein Unterschied zwischen Tephriten und Basaniten ist, wie meine Beobachtungen ergeben.[2]

Leucitophyr wurde bei Gradoli, im N. W. des Sees, als loser Block vorkommend, gefunden.

1. Leucittephrit und Leucitbasanit.

Die mineralogische Zusammensetzung dieser Gesteine kann zusammen betrachtet werden, da sie bis auf den Olivin die gleiche ist. Wie schon erwähnt, ändert das Vorkommen oder Fehlen letzteren Minerals nichts an der Gesammtstructur des betreffenden Gesteins.

Von den constituirenden Mineralien sind zu nennen:

Leucit. Derselbe kommt in grossen Einsprenglingen vor, die deutliche Wirkung auf das polarisirte Licht und Zwillingsbildung nach allen Flächen des ehemaligen Dodekaëders zeigen. Die Krystalle besitzen öfters Einschlüsse von Schlacken und Augit, die central oder

[1] Vergl. Rosenbusch a. a. O. S. 762, woselbst die gleiche Ansicht ausgesprochen wird.

[2] Vergl. damit auch die übereinstimmenden Angaben von Rosenbusch a. a. O. S. 757.

peripherisch angeordnet sind. An kleineren Einsprenglingen, mitunter auch an grösseren Leuciten der Grundmasse, beobachtet man zuweilen ausgezeichnet schöne Kornkränzchen von Schlacken oder Magnetit, nicht selten so, dass fast an jedem Schlackenkügelchen oder Magnetitpünktchen ein Augitsäulchen hängt. Optische Wirksamkeit und Zwillingslamellen sind bei solchen Leuciten meist noch zu erkennen.

Bei dem eigentlichen Leucit der Grundmasse schwinden die regelmässigen Begrenzungen der grösseren Leucite immer mehr, auch die Doppelbrechung wird schwächer und sinkt endlich auf ein Minimum herab. In solchen Fällen leiten die Kornkränzchen, wie bekannt, auf die richtige Bestimmung des Minerals. — Fehlen aber auch diese, so kann die Erkenntniss des Minerals Schwierigkeiten bereiten; es hilft in solchen Fällen öfters ein Anätzen mit HCl: die Leucite werden angegriffen und heben sich durch ihre nicht mehr glatte Oberfläche gut von den anderen Bestandtheilen ab. Das Anätzen darf nicht zu lange fortgesetzt werden, da sonst die Substanz zu undurchsichtig wird.

Augit. Als Einsprengling kommt dies Mineral bisweilen von beträchtlicher Grösse vor. Es charakterisiren es seine Durchschnitte, die der gewöhnlichen Augitcombination ∞P (110), $\infty P \overline{\infty}$ (100), $\infty P \grave{\infty}$ (010), P ($\bar{1}$11) entsprechen, dann Spaltbarkeit nach zwei gleichwerthigen, annähernd unter 90° zu einander geneigten Richtungen und Zwillingsbildung nach $\infty P \overline{\infty}$ (100). Ferner kommen Zonenstructur, dann auch Sanduhrform vor.

Die Auslöschungsschiefen sind gross und betragen auf Schnitten, annähernd und genau parallel $\infty P \grave{\infty}$ (010) getroffen, 35°–42° gegen die Spur der Axe c. Die Farbe ist grün. Öfters sieht man dunkelere Kerne, umgeben von lichten Hüllen, deren Auslöschungsschiefen stets geringer sind als die der Kerne. Der Pleochroismus ist schwach und für den parallel $\mathfrak{b}$ schwingenden Strahl grün, für den in der Axenebene vibrirenden gelblich.

Die Augite erscheinen als Einsprenglinge nicht nur in vollkommen ausgebildeten und erhaltenen Krystallen, sondern auch in solchen Partien, denen man es ansieht, dass corrodirende Einflüsse auf sie eingewirkt haben. Sie führen gern Magnetit- und Glaseinschlüsse, letztere bisweilen besonders schön in Reihen angeordnet, und bei der Zonenstructur sieht man es nicht selten, dass Kern und Hülle von einander durch einen Magnetitsaum getrennt sind.

Die Augite der Grundmasse sinken im Korn herab und werden kleiner und kleiner. Endlich erscheinen sie als Säulchen und Körnchen von lichter Färbung und starkem Lichtbrechungsvermögen in derselben.

Plagioklas. Gegenüber dem Leucit und Augit tritt der trikline Feldspath meist etwas an Bedeutung zurück. Er ist aber namentlich da weniger entwickelt, wo die Gesteine Olivin führen. Seine Erscheinungsweise ist die von Leisten, nach dem Albitgesetz verzwillingt, manchmal mit Wiederholung der verzwillingten Lamellen, seltener erscheint er in breiten Tafeln. Nach den grossen Auslöschungsschiefen (26—32°) und der Angreifbarkeit durch HCl zu urtheilen muss der Feldspath sehr basisch sein. Als Einsprengling spielt er in den zu beschreibenden Gesteinen nur eine unwesentliche Rolle, hauptsächlich tritt er in der Grundmasse derselben auf.

Sanidin hat für die Hauptvorkommen keine Bedeutung und erscheint nur in grösseren Einsprenglingen (Karlsbader Zwillingen und einfachen Krystallen) im Leucittephrit von Proceno.

Magnetit kommt theils in Körnern, theils in Verästelungen vor. Zuweilen ist das Mineral am Rande zersetzt und wahrscheinlich in Eisenoxyd verwandelt. Diese Verwandlung hat ein Rothwerden der betreffenden Partien zur Folge.

Apatit erscheint in allen Vorkommen in Form langer Nadeln, die bisweilen breiter und quergegliedert werden.

Biotit ist nicht überall vorhanden. Er ist braun von Farbe, tritt in kleinen Fetzen und Läppchen auf und zeigt die bekannten Erscheinungen des Pleochroismus und der Lichtabsorption.

Hauyn ist als Einsprengling in gewissen Vorkommen vorhanden. Er ist kenntlich an seinen regelmässigen, isotropen Durchschnitten, die öfters etwas bräunlich aussehen, da sie durch Zersetzung von Stäbchen und Staub erfüllt sind.

Nephelin tritt untergeordnet hie und da auf. Er ist kenntlich an der charakteristischen Form seiner Durchschnitte und an ihrem optischen Verhalten. Werden die Gebilde klein oder sind die deutlichen Begrenzungen nicht vorhanden, tritt das Mineral vielmehr so auf, dass es die anderen Gemengtheile verkittet, so bedient man sich mit Vortheil des Ätzens mit HCl und der nachherigen Färbung mit Fuchsin. Einzelne Vorkommen enthalten den Nephelin in Drusenräumen des Gesteins.

Olivin tritt nur in einer besonderen Abtheilung der Leucitgesteine des Bolsener Sees, am schönsten in einem Vorkommen von Montefiascone auf.[1]

Er ist kenntlich an der charakteristischen Form seiner Durchschnitte, die meist noch erhalten ist. Dann besitzt er eine rauhe Schliffläche und bietet Spaltbarkeit nach zwei zu einander senkrechten

[1] Vergl. G. vom Rath a. a. O. S. 291.

Richtungen in ungleicher Güte, beide Male aber nicht sehr vollkommen, dar.

Die Hauptauslöschungsrichtungen des Lichts liegen zu den Spaltspuren senkrecht und parallel. — Von HCl wird das Mineral leicht angegriffen.

Am Rande und von den Spaltrissen her dringt die Zersetzung in das Mineral ein; bei derselben kommt es zu einem Absatz von Eisenerzen, und so entstehen die schwarzen oder braunen Ränder an den betreffenden Stellen. Im Gegensatz zu den zersetzten Stellen bleibt das unveränderte Innere klar und demzufolge ist daselbst auch kein Pleochroismus zu beobachten, während die alterirten Stellen, die ihn etwa zeigen könnten, durch reichliche Ausscheidungen bald undurchsichtig werden. Die hellen Stellen des Minerals lassen zwischen gekreuzten Nicols in den entsprechenden Lagen hohe Polarisationstöne erkennen.

Glasige Grundmasse tritt als solche fast völlig zurück und ist in ihrem ehemaligen, reichlichen Vorhandensein eigentlich nur durch die Schlackeneinschlüsse der Mineralien angezeigt.

Was die Erscheinungsweise der Leucitgesteine des Bolsener See's anlangt, so sind die Vorkommen, bis auf das von Proceno, von basaltischem oder doleritischem Habitus, wie schon G. VOM RATH angab (a. a. O. S. 293).

Ob aber nur ein Gestein mit wechselnder mineralogischer Ausbildung vorliegt, oder diesen Ausbildungsvarietäten eine besondere Selbständigkeit zukommt — darüber müssen eingehende, geologische Untersuchungen an Ort und Stelle entscheiden.

Vom rein petrographischen Standpunkt aus kann man folgende Eintheilung machen:

A. Leucitgesteine von basaltischem Habitus.

a. Leucittephrite. Die Hauptbestandtheile sind: Leucit, Plagioklas, Augit, Magnetit. Gehalt an SiO^2 etwa 52 Procent.

b. Leucittephrite, die in Leucitite übergehen. Hauptbestandtheile: Leucit und Augit oder Augit und Leucit, beide Male mit zurücktretendem Plagioklas und mit Magnetit. Gehalt an SiO^2 meist 48—49 Procent, seltener darüber.

B. Leucitgesteine von doleritischem Habitus.

Durch Olivingehalt ausgezeichnet und daher entweder Leucittephrite mit accessorischem Olivin oder Leucitbasanite zu nennen.

SiO^2gehalt — $47\frac{1}{2}$—49 Procent, Gehalt an MgO höher als der der anderen Vorkommen.

C. Leucitgesteine von tephritischem Habitus.

Hier ist das im Ansehen dem Vorkommen von der Rocca Monfina zu vergleichende Gestein von Proceno zu nennen, in dem durch Sanidinführung indessen der echte Typus etwas verwischt ist.

D. Als Anhang wäre ein Leucittephrit von Montalto, im S. S. W. des See's gelegen, zu nennen. Derselbe stimmt in der Structur mit keinem der vorher betrachteten überein und müsste eigentlich Augitandesit mit accessorischem Leucit heissen.

Ich betrachte nun die Vorkommen der Reihe nach auf Grund obenstehender Eintheilung, schildere kurz bei einem jeden seine Eigenthümlichkeiten und setze die Analysenresultate zur Seite. Die Gesteine von Proceno und Montalto werde ich, da sie von den Leucittephriten der näheren Seeumgebung verschieden sind, danach eingehend charakterisiren.

A. Leucitgesteine aus der näheren Seeumgebung von basaltischem Habitus.

a. *Leucittephrite.*

Hierher gehören die Vorkommen von Santa Trinità bei Orvieto, im N. O.; Monte di Bisenzio, im S. W.; Mezzano, im W.; Toscanella (sulla sinistra della Marta), im S. des See's gelegen. Am weitesten von demselben ab liegen Santa Trinità bei Orvieto und Toscanella.

Die Analyse ergibt:

	Santa Trinità bei Orvieto	M. Bisenzio	Mezzano	Toscanella
SiO^2 =	48.28	52.16	52.35	51.24
P^2O^5 =	1.71	1.15	0.85	0.58
Al^2O^3 =	16.51	15.03	15.08	15.26
Fe^2O^3 =	3.07	3.17	Sp.	3.70
FeO =	7.62	8.42	8.38	8.48
MnO =	0.16	0.24	Sp.	0.12
CaO =	12.50	10.07	11.12	7.63
MgO =	4.03	4.69	5.41	4.04
K^2O =	1.84	2.47	4.12	2.85
Na^2O =	0.86	2.38	1.28	1.08
Glühverl. =	3.51	0.72	1.84	5.29
Sa.	100.09	100.50	100.43	100.27
Sp. Gew.	2.769	2.749	2.735	—

Von diesen Gesteinen ist das von Monte Bisenzio das frischeste. etwas zersetzt ist das von Santa Trinità bei Orvieto, die Vorkommen von Mezzano und Toscanella sind, namentlich letzteres, stark verändert. — Die Analysen drücken dies bei Santa Trinità bei Orvieto und Toscanella besonders durch den Glühverlust aus.

Die Structur dieser Gesteine ist eine solche, dass sich in einer aus kurzen, triklinen Feldspathleisten, die gern etwas in die Breite gehen, Augit und Leucit bestehenden Grundmasse, Einsprenglinge von Augit, seltener von Leucit, zeigen.

Im Einzelnen beobachtet man Folgendes:

Santa Trinità bei Orvieto. Das Gestein ist dunkelgraubraun und feinkörnig mit braunen Zersetzungsproducten auf Schnüren und Adern. Der trikline Feldspath herrscht in der Grundmasse. Das Magneteisen ist verästelt. Von Einsprenglingen grösserer Art tritt nur Augit auf. Das Gestein führt etwas Hauyn.

Monte di Bisenzio. Grau, feinkörnig. Hat in der Grundmasse viel Feldspath. Leucit tritt zurück. Der Augit zeigt als Einsprengling Sanduhrform und Zonenstructur.

Mezzano (Loser Block). Grünlichgrau von Ansehen, zersetzt: die Leucite sind zum Theil kaolinisirt und in Folge dessen mikroskopisch manchmal schwer zu bestimmen. Wenn ihre Form erhalten ist, treten sie makroskopisch als grössere Einsprenglinge deutlich hervor. Der Augit erscheint als Einsprengling in wohlumgrenzten Krystallen; in der Grundmasse ist er neben Feldspath und Magneteisen gut zu erkennen.

Toscanella (sulla sinistra della Marta). Plattig, zersetzt; in Folge dessen sind namentlich die Leucite verändert.

b. Leucittephrite, die in Leucitite übergehen.

Als solche sind aufzuführen die Vorkommen von:

Vetta del Monte di San Magno, im W.; Canonica (presso Orvieto), im N.O.; Sassi lanciati di Bolsena, im N.O.; Montefiascone und Montefiascone (Tunnel), im S.O.; Monte Ingo, im S.O. und Fosso Pantacciano, im S. des Bolsener See's gelegen.

Die Analyse ergibt:

	San Magno	—	Canonica	—	Sassi lanciati	—	
SiO^2 =	50.19	—	52.71	—	48.75	—	49.03
P^2O^5 =	1.39	—	1.47	—	0.31	—	0.27
Al^2O^3 =	16.86	—	14.41	—	16.03	—	16.07
Fe^2O^3 =	2.12	—	2.22	—	1.83	—	1.76
FeO =	7.32	—	8.03	—	10.12	—	10.05
MnO =	0.21	—	0.12	—	0.42	—	0.44
CaO =	11.40	—	11.06	—	11.72	—	12.04
MgO =	3.66	—	5.11	—	4.02	—	3.94
K^2O =	3.78	—	2.55	—	2.94	—	3.06
Na^2O =	2.11	—	1.34	—	1.89	—	1.73
SO^3 =	—	—	—	—	0.62	—	0.57
Glühverl. =	1.17	—	1.01	—	1.39	—	1.38
Sa.	100.21		100.03		100.04		100.34
Spec. Gew.	2.708		2.816		—		—

	Montefiascone (grobkörnig)	—	Montefiascone (Tunnel)	—	Monte Ingo	—	Fosso Pantacciano
SiO^2 =	49.18	—	48.84	—	48.30	—	48.51
P^2O^5 =	0.41	—	0.22	—	0.47	—	0.95
Al^2O^3 =	16.07	—	15.45	—	15.07	—	14.56
Fe^2O^3 =	1.17	—	2.78	—	1.53	—	3.21
FeO =	8.94	—	9.62	—	9.18	—	8.19
MnO =	0.42	—	0.34	—	0.29	—	0.16
CaO =	13.26	—	13.29	—	13.95	—	10.69
MgO =	5.43	—	5.37	—	7.48	—	4.12
K^2O =	2.07	—	1.83	—	1.73	—	4.24
Na^2O =	1.25	—	1.24	—	0.94	—	2.15
SO^3 =	0.48	—	0.56	—			
Glühverl. =	1.62	—	0.72	—	1.78	—	2.80
Sa.	100.30		100.26		100.72		99.58
Spec. Gew.	—		—		—		2.726

Sämmtliche Vorkommen, mit Ausnahme des von Fosso Pantacciano, was auf der Grenze zwischen dieser und der vorigen Abtheilung steht, erweisen sich bedeutend ärmer an triklinem Feldspath als die Gesteine der ersten Abtheilung. Man sieht vermittelst des Mikroskops es häufig, dass eine mehr oder weniger reichlich vorhandene, aus Augit, Magnetit und Plagioklas bestehende Grundmasse, in der auch kleinere Leucite vorkommen, die grösseren Leucite umgibt und ein Gewebe bildet, in dessen Hohlräumen diese sich befinden. Von Einsprenglingen herrscht fast überall der Augit, nur

selten (Montefiascone) tritt ihm der Leucit ebenbürtig an Grösse zur Seite, manchmal (San Magno) wird er vom Leucit zurückgedrängt.

Die Charakteristik der einzelnen Vorkommen ist die folgende:

Vetta di San Magno. Schwärzlichgraues, feinkrystallinisches Gestein. Der Leucit macht sich im Gesteinsgewebe breit, die übrigen Bestandtheile bilden um die Leucite herum ein distinctes Netzwerk. In den Leuciten sind ausgezeichnete Kornkränzchen von Schlacken oder Magnetit mit daran haftenden Augiten zu beobachten.

Canonica. Schwärzlichgrau, feinkörnig. Als Einsprengling tritt wesentlich nur der Augit auf. Leucit tritt etwas zurück. Führt Nephelin.

Sassi lanciati di Bolsena. Grauschwarzes, plattiges Gestein. Als Einsprenglinge erscheinen Leucit und Augit. Die Leucite besitzen Kornkränzchen und centrale Erfüllungen von Schlacken. Ihre Wirkung auf das polarisirte Licht ist ziemlich energisch. Der Augit erscheint z. Th. in wohlumgrenzten Einsprenglingen; manchmal sind dieselben corrodirt. Es kommen sanduhrförmige Gebilde vor. Die Augitkrystalle haben öfters periphere Kränze von Magnetit, Schlacken und Bläschen. — Das Vorkommen führt Hauyn.

Montefiascone. Grobkörniges, schwarzgraues Gestein mit deutlichen Einsprenglingen von Leucit und Augit. Die Leucite zeigen im Dünnschliffe ausgezeichnet die Zwillingsbildung nach allen Flächen des ehemaligen Dodekaëders. Bisweilen beobachtet man bei ihnen schön centrale Schlacken- und Bläschenanhäufungen. Die Augite, grün von Farbe, lassen sehr gut die Spaltbarkeit nach dem Augitprisma, grosse Auslöschungsschiefen ($35°$ auf $\infty P \grave{\infty} (010)$) und geringen Pleochroismus erkennen. Zonenstructur ist öfters schön zu sehen; Einschlüsse von Schlacken kommen vor. In der Grundmasse findet sich viel Augit, dann Leucit und in geringer Menge Plagioklas. Ausserdem kommt Magnetit in Körnern vor. — Hauyn, auf den die Analyse durch den SO^3-gehalt hindeutet, konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Montefiascone (Eisenbahntunnel). Grauschwarzes Gestein von feinkörniger Beschaffenheit. Als Einsprenglinge erscheinen Augit und Leucit. Der Augit zeigt Erscheinungen von Anschmelzung und führt Schlackeneinschlüsse am Rand. Zonenstructur und Sanduhrform kommen vor. Der Leucit hat hübsche Kornkränzchen eingelagert und wirkt ziemlich lebhaft auf das polarisirte Licht ein.

Die Mineralien der Grundmasse bieten keine besonders bemerkenswerthen Erscheinungen dar. — Etwas zersetzter Hauyn kommt vor. — Für die Menge des unter dem Mikroskop hervortretenden Leucits scheint der Kaligehalt der Analyse zu gering zu sein.

Monte Ingo. Grauschwarzes Gestein mit eingesprengten, dunkelgrünen Augiten. Leucit und Augit walten im Gesteinsgewebe vor. Dasselbe bietet bezüglich der auftretenden Mineralien nichts Besonderes dar, erweist dieselben nur in eigenthümlicher Weise wie zerborsten.

Fosso Pantacciano. Graubraunes Gestein von sehr gleichmässigem Ansehen. Von den Einsprenglingen ist wesentlich nur Augit, z. Th. sanduhrförmig gebildet, zu nennen. In der Grundmasse tritt neben dem Augit der trikline Feldspath hervor und überwiegt den Leucit.

B. Leucitgesteine von doleritischem Habitus aus der näheren Seeumgebung.

Dieselben sind durch mehr oder weniger starke Olivinführung ausgezeichnet, bei deren Zunahme der Plagioklasgehalt abnimmt.
Im äusseren Ansehen sind diese Gesteine durch ihren doleritischen Habitus von den olivinfreien Vorkommen verschieden. Sie unterscheiden sich auch chemisch, namentlich von den Tephriten, durch niedereren SiO^2, höheren CaO und MgOgehalt. Rücksichtlich des mikroskopischen Ansehens macht es aber keinen wesentlichen Unterschied, ob Olivin vorhanden ist oder ob er fehlt: die Structur wird dadurch nicht geändert.

Es gehören hierher die Vorkommen von Valentano, im S.W. des Sees gelegen: Fosso Pantacciano (loser Block), im S.: Toscanella, Madonna dell' Olivo, im S. und zwei Vorkommen von Montefiascone, bezeichnet als Montefiascone 1 (loser Block) und Montefiascone 2, im S.O. vom Bolsener See.

Aus der geographischen Vertheilung dieser Vorkommen würde folgen, dass die olivinführenden Leucittephrite wesentlich im Süden des Bolsener Sees sich finden.

Berücksichtigt man, dass im Gegensatz hierzu im N., O. und W. mehr die olivinfreien Glieder der Reihe auftreten, so würde dies Moment zu Gunsten der Trennung der Gesteine in Tephrite und Basanite zu verwenden sein.

Eine definitive Entscheidung dieser Frage muss der genauen Erforschung des Auftretens der einzelnen Lavaströme in der Natur vorbehalten bleiben.

Die chemische Analyse ergibt:

	Valentano		Fosso Pantacciano, loser Block		Toscanella Madonna dell' Olivo
SiO^2	= 48.09	—	51.94	—	49.03
P^2O^5	= 0.41	—	0.62	—	0.86
Al^2O^3	= 13.60	—	14.78	—	15.18
Fe^2O^3	= 2.52	—	2.94	—	2.07
FeO	= 9.36	—	9.13	—	6.32
MnO	= 0.10	—	0.17	—	0.19
CaO	= 13.05	—	8.51	—	12.58
MgO	= 6.75	—	2.63	—	6.05
K^2O	= 3.07	—	5.33	—	4.07
Na^2O	= 1.41	—	2.08	—	1.49
Glühverl.	= 1.62	—	2.12	—	2.09
Sa.	99.98	—	100.25	—	99.93
Spec. Gew.	2.762	—	—	—	2.743

	Montefiascone 1 Loser Block		Montefiascone 2
SiO^2	= 47.61	—	49.23
P^2O^5	= 0.61	—	0.17
Al^2O^3	= 17.38	—	15.04
Fe^2O^3	= 2.03	—	1.39
FeO	= 7.24	—	9.03
MnO	= 0.21	—	0.37
CaO	= 15.61	—	13.58
MgO	= 6.21	—	8.02
K^2O	= 1.81	—	1.54
Na^2O	= 0.86	—	1.07
Glühverl.	= 0.64	—	0.93
Sa.	100.21	—	100.37
Spec. Gew.	2.731	—	—

Die Structur der vorstehend aufgeführten Gesteine ist porphyrisch mit Einsprenglingen. Als solche figuriren Augit, Olivin und Leucit. Der Feldspath tritt zurück. In der Grundmasse macht sich, namentlich bei den typischen Vorkommen von Montefiascone, der Augit sehr breit und drängt die übrigen Gemengtheile zurück.

Die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Vorkommen sind die folgenden:

Valentano. Grau, mittelkörnig, mit Hohlräumen erfüllt; in denselben sitzen kleine Nepheline. Als Einsprengling tritt wesentlich Augit auf; an demselben ist besonders die Zonenstructur (der Kern

hat eine grössere Auslöschungsschiefe als die Hülle) schön entwickelt. Danach erscheint der Olivin als fernerer Einsprengling. Die Krystalle desselben sind am Rande zersetzt und gebräunt. Magneteisen kommt verästelt vor. Das Vorkommen führt Hauyn.

Fosso Pantacciano (loser Block). Ähnlich dem vorigen im Ansehen. In den Höhlungen des Gesteins sitzen ebenfalls Nepheline, deren Form $\infty P(10\bar{1}0)$, $0P(0001)$ man gut erkennen kann.

Als Einsprenglinge erscheinen Leucit, Augit, Olivin. Erstere beiden Mineralien, besonders der Leucit, treten schon makroskopisch deutlich hervor. Der Leucit zeigt centrale Schlacken- und Bläschenanhäufungen und ausgezeichnete Zwillingsbildung nach allen Flächen des ehemaligen Dodekaëders. Er ist im Gestein reichlich vorhanden, daher der hohe Kaligehalt der Analyse. — Augit und Olivin zeigen die schon mehrfach geschilderten Eigenthümlichkeiten.

In der Grundmasse zeigt sich der im Allgemeinen stark zurücktretende Plagioklas local etwas reichlicher angehäuft. Die Grundmasse besteht sonst aus Augit, Leucit, Magnetit, Apatit, Biotit.

Toscanella, Madonna dell' Olivo. Grau, mittelkörnig, mit Hohlräumen; in denselben kommt Nephelin vor. Als Einsprengling erscheint selten Augit.

Unter dem Mikroskop sind grössere Augiteinsprenglinge nicht allzuhäufig. Sie besitzen öfters Glaseinschlüsse in Reihen und sind corrodirt. Man beobachtet eine bezüglich der Grösse der Individuen mehr gleichmässige Entwickelung von Augit, Leucit und an Menge zurücktretendem Plagioklas. Zwischen diesen Gemengtheilen treten Olivine auf. Auch Hauyn und Nephelin kommen vor.

Montefiascone 1. (Loser Block) Lichtgraues, mittelkörniges Gestein mit Hohlräumen und eingesprengten Krystallen von Olivin und Augit. Ersteres Mineral ist, wenn frisch, lichtgrün, im zersetzten Zustande braun; im Schliffe erweist es sich an unzersetzten Stellen farblos, an den zersetzten schwarz bis braun.[1] Der Augit ist dunkelgrün.

In einer fast nur aus Augit, wenig Leucit, Plagioklas, Biotit und Magnetit bestehenden, krystallinen Grundmasse, liegen grosse Krystalle von Olivin und kleinere von Augit.

Montefiascone 2. In einer Grundmasse, die der des vorigen Vorkommens gleicht, liegen grosse Einsprenglinge von Augit und von Olivin. Das Gestein ist bezüglich der Einsprenglinge reicher an Augit als das vorige, dagegen bedeutend ärmer an Olivin. — In

---

[1] Vorstehendes Vorkommen findet sich auch in Handstücken in den geographischen Suiten des Mineral. Museums hiesiger Universität. Es enthält rothen Olivin.

der Grundmasse hat der Augit an Menge abgenommen, dagegen ist mehr Plagioklas als bei dem vorigen Vorkommen vorhanden.

C. Leucitgestein von tephritischem Habitus.

Hierher gehört das Gestein von Proceno, im N. W. des See's, ziemlich weit von demselben entfernt, gelegen. Es ist von anderem Ansehen als die vorher geschilderten Gesteine und lässt seine Verwandtschaft mit dem Leucittephrit der Rocca Montina nicht verkennen. Ein ganz typischer Tephrit ist das Gestein von Proceno indessen, seiner Sanidinführung wegen, nicht.

In einer sehr feinkörnigen, lichtgrauen Grundmasse lassen sich kleinere und grössere Hohlräume erkennen. Eingesprengt kommen Leucite in bis $1^{cm}.5$ grossen, dann auch kleineren Krystallen vor, ausserdem tritt der Augit makroskopisch hervor, hie und da wohl auch etwas Sanidin.

Die Analyse ergibt:

SiO^2	=	59.69
P^2O^5		Sp.
SO^3	=	0.64
Cl	=	Sp.
Al^2O^3	=	16.22
Fe^2O^3	=	1.93
FeO	=	8.17
MnO	=	0.44
CaO	=	4.80
MgO	=	2.72
K^2O	=	3.09
Na^2O	=	1.03
Glühverl.	=	1.54
	Sa.	100.27

Unter dem Mikroskop erkennt man als Einsprenglinge:

Sanidin. Derselbe ist nicht allzuhäufig, bildet aber, wenn er vorkommt, grosse Krystalle, die mitunter Karlsbader Zwillinge sind und sonst die gewöhnlichen Eigenschaften des Sanidins besitzen.

Plagioklas ist kleiner als der Sanidin, aber häufiger. Man beobachtet Zwillingsbildung nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) und wohl auch solche nach dem Periklingesetz. — Verwachsungen von triklinen Feldspathen sehr verschiedener Auslöschungsschiefen kommen vor: in den diesbezüglichen Gebilden hat der Kern grössere Auslöschungsschiefe (bis zu 35°) als die Hülle (0°). Zum Theil sind überhaupt die Aus-

löschungsschiefen der Plagioklasindividuen gross: beobachtet wurden solche von 18° bis zu 35°, rechts und links von der Zwillingsgrenze.[1] — Man findet hie und da gebogene Krystalle. Von Einschlüssen machen sich solche von Schlacken besonders bemerkbar.

Leucit tritt in grösseren Krystallen auf, die kräftig auf das polarisirte Licht wirken und vollkommene dodekaëdrische Zwillingsbildung zeigen. Bisweilen beobachtet man in den Leuciten schöne Kornkränzchen und Einschlüsse von Augit.

Augit bildet lichtgrünliche, etwas pleochroitische Krystalle (in gelben und grünlichen Tönen). Spaltbarkeit nach dem Augitprisma, grosse Auslöschungsschiefen und Zwillingsbildung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) sind zu bemerken. Die Krystalle sind bisweilen bezüglich ihrer Form wohl erhalten, manchmal aber auch zerstört.

Biotit ist selten. Er ist stark pleochroitisch und in bekannter Weise absorbirend. Öfters erweist er sich von Magnetit umsäumt.

Magnetit kommt in grösseren, undurchsichtigen Partien vor, die am Rande in Folge von Zersetzung braunroth gefärbt sind. — Im Allgemeinen tritt er gern mit Augit zusammen auf.

Untergeordnet erscheinen: Hauyn, Nephelin, Apatit.

Der Hauyn tritt in seiner Form entsprechenden Durchschnitten auf, die äusserlich zum Theil zerstört und mit Stäbchen und Staub erfüllt sind. Dieselben werden nach der Behandlung mit HCl durch Fuchsin gefärbt. — Nach der charakteristischen Form seiner Durchschnitte und dem Verhalten derselben gegenüber polarisirtem Lichte, sowie der Fuchsinfärbung der betreffenden Gebilde nach deren Behandlung mit HCl zu urtheilen, ist auch etwas Nephelin vorhanden. Apatit erscheint in feinen Nadeln.

Die Grundmasse besteht neben wenig Glassubstanz aus denselben Mineralien wie die Einsprenglinge.

Die Hauptmasse bilden fluidal angeordnete Plagioklasleisten, deren Auslöschungsschiefen erheblich geringer als die der Einsprenglinge sind. Sanidine, an orientirter Auslöschung und dem Fehlen polysynthetischer Zwillingsbildung zu erkennen, fehlen nicht. Leucit ist reichlich vorhanden, bisweilen mit schönen Kornkränzchen geziert (in Anbetracht der letztgenannten Mineralien der Grundmasse und der Einsprenglinge, sowie ihres zum Theil reichlichen Vorkommens erscheint der Kaligehalt der Analyse etwas gering). Der Augit kommt in kleinen, gelblich-grünen Stäbchen und Säulchen vor, die lebhaft polarisiren, grosse Auslöschungsschiefen haben, aber schwach pleochroitisch sind: hie und da beobachtet man sanduhrförmige Bildungen.

[1] Berücksichtigt wurden, wie immer, nur die Werthe, welche sich rechts und links von der Zwillingsgrenze gleich oder annähernd gleich erwiesen.

D. Leucitgestein von Montalto.

Da dieser Fundpunkt nahe am Meere, ganz im S.W. des See's gelegen, ziemlich weit von demselben und den anderen Ausbruchspunkten entfernt liegt, auch ein ganz eigenartiges Gestein geliefert hat, so betrachte ich dasselbe besonders.

Die Analyse ergiebt zunächst:

		Montalto 1.	—	Montalto 2.	—	Montalto 3.	—	Montalto 4.
SiO^2	=	55.11	—	55.08	—	56.07	—	56.32
P^2O^5	=	0.75	—	1.02	—	0.92	—	0.93
Al^2O^3	=	16.07	—	17.52	—	16.31	—	17.07
Fe^2O^3	=	3.04	—	2.11	—	1.64	—	3.11
FeO	=	8.46	—	6.17	—	8.39	—	6.03
MnO	=	—	—	0.10	—	0.14	—	0.13
CaO	=	6.46	—	6.19	—	5.94	—	6.53
MgO	=	3.10	—	2.41	—	3.02	—	2.05
Ka^2O	=	5.07	—	4.32	—	5.27	—	4.03
Na^2O	=	1.58	—	1.37	—	1.22	—	2.24
Glühverl.	=	0.89	—	4.03	—	1.17	—	2.04
Sa.		100.53		100.32		100.09	—	100.48
Spec. Gew.		2.546	—	2.492	—	2.552	—	2.492

Vergleicht man diese Daten mit einander, so ergiebt sich bis auf gewisse Differenzen (dieselben liegen hauptsächlich im Glühverlust und rühren davon her, dass secundär gebildeter Kalkspath unregelmässig im Gestein vertheilt vorkommt) eine annähernde Gleichartigkeit in chemischer Hinsicht für alle Montalto-Gesteine.

In der That sind auch Nr. 1, 2 und 3 in petrographischer Hinsicht nicht von einander verschieden, weichen aber ihrerseits von Nr. 4 ab.

Die ersten drei Vorkommen sind feinkörnige, mit langgezogenen Hohlräumen erfüllte, schwärzliche Gesteine von basaltischem Ansehen. In den Hohlräumen ist Calcit öfters in Mandelform ausgeschieden, andere Hohlräume sind leer oder nur an den Wänden mit einem gelblich-bräunlichen Überzug bekleidet.

Das Vorkommen Nr. 4 stellt ein bräunliches Gestein ohne Hohlräume dar.

Ich betrachte zuerst die Gesteine Nr. 1—3. Unter dem Mikroskop stellen sich dieselben scheinbar wie Augitandesite dar, indem in einer Grundmasse zahllose Leisten triklinen Feldspaths, Augit-Kryställchen und Magnetittheile ein Gewebe bilden, dessen einzelne Theile scheinbar durch mit Mikrolithen erfüllte Glaspartien zusammengehalten werden.

Prüft man nun näher, so fällt zunächst die regelmässige, meist achteckige Form vieler dieser scheinbaren Glastheile auf. Nimmt man das Gypsblättchen zu Hülfe und studirt diese scheinbaren, regelmässig contourirten Glaspartien sorgfältigst, so geben dieselben die Structur schwach auf das polarisirte Licht wirkender Leucite zu erkennen. Hiermit stimmt der hohe Kaligehalt der Analysen.

Die Grundmasse ist also, abgesehen von ihren sonstigen Feldspath-, Augit-, Magnetit- und Glasbestandtheilen, auch leucitführend und es stellen sich die in ihr vorkommenden Leucite als von schwacher optischer Wirkung dar, etwa so wie in manchen Gesteinen des Kaiserstuhls und der Eifel. Der in der Grundmasse vorhandene Leucit fehlt unter den Einsprenglingen, hat sich also offenbar erst in einer späteren Periode der Erstarrung des Gesteins gebildet. Auch schliesst er von der Grundmasse selbst und von den in ihr vorkommenden Augiten und Magnetiten ein.

Was die Einsprenglinge anlangt, so wären zu nennen: Augit, Plagioklas, Olivin, Biotit, Magnetit, Apatit und secundär gebildeter Kalkspath.

Augit bildet meist einfache Krystalle, selten Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}(100)$. Er ist deutlich nach $\infty P(110)$ spaltbar, grünlich von Farbe, nicht sehr pleochroitisch, aber mit grossen Auslöschungsschiefen (bis zu 42°) befunden. Als Einschlüsse kommen besonders Schlacken vor.

Plagioklas ist sehr verzwillingt nach dem Albitgesetz und von grossen Auslöschungsschiefen (bis zu 32°). Zonenstructur und Schlackeneinschlüsse um den Rand der Durchschnitte herum wurden beobachtet. — Ein Mal fand sich ein grosser, am Rande stark corrodirter und mit Magnetit erfüllter Lappen eines stark verzwillingten Plagioklases, offenbar einer älteren Ausscheidung entstammend, in einem der Schliffe vor.

Olivin ist am Rande zersetzt wie in den anderen Tephriten, *Biotit* zeigt braune Farbe und Erfüllung mit Magnetit: sonst lassen diese Mineralien, ebenso wie Magnetit und Apatit, die für sie charakteristischen, oftmals schon erwähnten Eigenschaften erkennen.

Der secundär gebildete Kalkspath ist an seinen hohen Polarisationstönen zu erkennen; überdies zeigt er im parallelen polarisirten Lichte in Folge seiner Sphärolithstructur sehr schön das von Fouqué beobachtete, von Bertrand und Mallard[1] näher beschriebene Interferenzkreuz dieser Gebilde.

[1] Bull. Soc. Miner. de France IV. 1881, p. 66 — 71.

Vergegenwärtigt man sich die ganze Structur dieser Gesteine, ihren Mineralbestand, chemische Zusammensetzung u. s. w., so möchte man versucht sein von einem Augitandesit mit accessorischem Olivin zu reden, der leucitführend wäre. Da ich nicht glaube, dass dieser Name sich Beifall erwerben werde, so nenne ich das Gestein Leucittephrit mit accessorischem Olivin, hebe aber dabei das Abweichende vom Leucittephrit, was sich zum Theil in der chemischen Zusammensetzung, im specifischen Gewichte und in der Structur und Beschaffenheit der Grundmasse ergibt, hervor.

Was nun endlich das noch von Montalto stammende, mit Nr. 4 bezeichnete Gestein anlangt, so halte ich dasselbe für eine vitrophyrische Ausbildung des erst geschilderten.

Es kommen nämlich in Nr. 4 fast dieselben Mineralien als Einsprenglinge vor, wie in den anderen Montalto-Gesteinen. Nur treten sie an Menge zurück, und die Grundmasse, in der neben sehr viel Glas, auch Plagioklasleisten, kleine Augite und viel Magnetit vorhanden sind, waltet vor. In der Grundmasse ist aber von den Leuciten der anderen Montalto-Vorkommen keine Spur zu erkennen. Wahrscheinlich waren bei der offenbar viel rascheren Erstarrung dieses sehr glasreichen Gesteins die Bedingungen der Leucitbildung in der Grundmasse nicht günstig.

2. Leucitophyr.

Diese Gesteinsart ist durch ein einziges Vorkommen vertreten, was einem losen Block aus der Gegend von Gradoli, im N. W. des See's gelegen, entstammt.

Das Gestein sieht grünlich-grau aus, ist feinkörnig, fettglänzend und im Ansehen wie geflammt.

Eine Analyse ist nicht ausgeführt worden.

Unter dem Mikroskop ergeben sich als besonders hervortretende Einsprenglinge solche eines grünen Bisilicates (das entweder Augit oder Hornblende ist), einzelne grosse Leucite, vereinzelte Sanidine.

Diese Mineralien sind in eine Masse von bläulich-grauen Polarisationstönen eingelagert.

Das in Rede stehende Bisilicat ist dunkelgrün von Farbe und meist nur sehr unvollkommen bezüglich seiner äusseren Form erhalten, vielfach auf's Äusserste corrodirt und eingebuchtet, so dass man in den meisten Fällen an der Form wenig Anhalt zur Bestimmung hat. Da der Pleochroismus stark ist, so war ich Anfangs geneigt das betreffende Mineral für Hornblende zu halten. Ich habe mich indessen

durch das Studium vermehrten Schliffmaterials überzeugt, dass nicht die Hornblende, sondern ein pleochroitischer, grüner Augit vorliegt, der bisweilen deutliche Spaltbarkeit nach dem Augitprisma erkennen lässt und grosse Auslöschungsschiefen (bis zu 35° zur Spaltbarkeit auf Flächen von der annähernden Lage ∞P$\grave{\infty}$(010)) zeigt.

Der Pleochroismus bewegt sich in gelbbraunen und grünen Tönen, und zwar ist 𝔟 grün, die in der Axenebene schwingenden Strahlen gelbbraun. Wie gewöhnlich ist der Pleochroismus in Schnitten aus der Zone 0P(001) : ∞P$\overline{\infty}$(100) am besten zu constatiren.

Die anderen Einsprenglinge, Leucit und Sanidin, zeigen nichts besonders Hervorzuhebendes. Am Leucit kann man die vollkommen dodekaëdrische Zwillingsbildung gut nachweisen.

In der Grundmasse kommen vor:

Nephelin in sechseckigen und rectangulären Partien, sowie in Massen mit undeutlicher Begrenzung, die anderen Mineralien verkittend. Der Nachweis des Nephelin durch Anätzen und Färben mit Fuchsin gelingt vortrefflich.

Leucit ist in deutlichen Kryställchen, oft dicht an einander gedrängt, vorhanden. Dieselben werden durch Nephelinsubstanz zusammengehalten, gewissermaassen verkittet. Er wirkt etwas schwächer als der Leucit der grösseren Einsprenglinge auf das polarisirte Licht ein, ist aber überall noch leicht, besonders an seiner Form, zu erkennen.

Sanidin erscheint in Tafeln und Leisten und ist öfters nach dem Carlsbader Gesetz verzwillingt.

Biotit und Magnetit, sowie Apatit kommen untergeordnet in der bekannten Erscheinungsweise als braune Fetzen, opake Körner und lange Nadeln, z. Th. quergegliedert vor. Etwas zersetzter Hauyn ist ebenfalls vorhanden.

Als Anhang zu den Leucitgesteinen erwähne ich einen Tuff von Gradoli, der braunröthlich, an einigen Stellen grünlich ist und blasig aussieht.

Unter dem Mikroskop bleibt die Farbe der Hauptmasse braun; es geben sich zahlreiche Hohlräume zu erkennen. In die im Allgemeinen schwer durchsichtig werdende, höchstens durchscheinende, sehr unvollkommen auf das polarisirte Licht wirkende, zermalmte Masse sind zahlreiche Magnetitpünktchen eingelagert. Überdies kommen Bruchstücke von Augitkrystallen grösserer und kleinerer Art vor. Hie und da ist ein Fragment unzersetzten Leucittephrits mit seinen charakteristischen Mineralien Leucit, Augit, Plagioklas u. s. w. eingeschlossen.

Die Analyse ergibt:

SiO^2	=	49.34
P^2O^5	=	1.31
Al^2O^3	=	18.99
Fe^2O^3	=	3.11
FeO	=	6.07
MnO	=	0.26
CaO	=	7.89
MgO	=	3.51
K^2O	=	6.03
Na^2O	=	1.89
Glühverl.	=	1.98
		100.38

Spec. Gew. 2.562

III. Augitandesit mit accessorischem Olivin.

Dieses Gestein kommt am Monte Rado bei Bagnorea, im N. O. des See's gelegen, vor. Es ist braunschwarz von Farbe und für das Ansehen mit blossem Auge dicht zu nennen. In der Grundmasse bemerkt man Einsprenglinge von Augit und Plagioklas.

Die Analyse ergibt:

SiO^2	=	56.42
P^2O^5	=	1.08
Al^2O^3	=	16.81
Fe^2O^3	=	3.26
FeO	=	6.92
MnO	=	0.23
CaO	=	5.64
MgO	=	3.50
K^2O	=	3.07
Na^2O	=	1.21
Glühverl.	=	2.25
		100.39

Spec. Gew. 2.625

Unter dem Mikroskop erkennt man als Einsprenglinge:

Plagioklas. Derselbe besitzt für gewöhnlich grosse Auslöschungsschiefen, so wurden in Zwillingen und Viellingen nach dem Albitgesetz Werthe von 22°—36°, im Mittel von 28°, von der Zwillingsgrenze nach rechts und nach links gelegen, beobachtet. Ausser

besagtem Zwillingsgesetz stellt sich auch das Carlsbader Gesetz ein. Die Plagioklaskrystalle haben in vielen Fällen deutliche Umgrenzungen und sind nicht allzu reich an Einschlüssen von Schlacken und Augit. Man beobachtet aber auch bisweilen, dass die Feldspathe mit Zonen anderer, nach der Auslöschung zu urtheilen, offenbar sauerer Feldspathsubstanz umgeben sind, welche bei ihrer Ausbildung rascher gewachsen sein muss und in Folge dessen viele Einschlüsse, besonders von Schlacken, zeigt. So findet man in Schliffen aus der Zone der Axe b oder von einer annähernd hierzu parallelen Lage, dass die Auslöschungsschiefen des nach ∞P$\breve{\infty}$ (010) verzwillingten Kerns von 23°—36° zur Zwillingsgrenze, in der Hülle bis zur Orientirung zu obiger Spur gelangen und in Schnitten, annähernd parallel zu ∞P$\breve{\infty}$ (010), beobachtet man es, dass mehrere Zonen vorhanden sind und die Schiefen zur Kante *P*/*M* von —26° des Kerns über diverse kleinere Werthe der zweiten Zone hinweg in die Orientirung in der dritten äusseren Zone übergehen, ja bisweilen mit kleinen Werthen (1½°) in die positive Lage gelangen. — Es kommt auch wohl vor, dass sich um einen Plagioklaseinsprengling herum glasige Grundmasse ansiedelt, und der Feldspath an gewissen Stellen in dieselbe zu verfliessen scheint. Hier liegt offenbar eine in ihrer Thätigkeit unterbrochene Auflösung des basischen Feldspaths von der saureren Grundmasse vor.

Augit. Dies Mineral kommt in lichtgrünlichen Krystallen ohne merklichen Pleochroismus, aber mit deutlicher Spaltbarkeit, grosser Auslöschungsschiefe und Zonenstructur vor. Zwillingsbildungen nach ∞P$\bar{\infty}$ (100) fehlen nicht. Hie und da beobachtet man Anhäufungen zu sogenannten Augitaugen. — Grössere Krystalle finden sich mit Plagioklas und Olivin zusammen in Nestern.

Biotit ist braun, pleochroitisch, absorbirend. Bisweilen tritt er in distincten Krystallen auf, dieselben zeigen nicht selten Resorptionserscheinungen und sind mit Magnetit erfüllt; einige Male konnte auch sehr schön eine völlige Veränderung in Magnetit und Augit constatirt werden. — Zwillingsbildung nach dem Tschermak'schen Gesetze zeigt sich mehrfach recht deutlich.

Olivin tritt in wechselnden Mengen in den Schliffen auf. Im Allgemeinen ist nicht wenig vorhanden, öfters kommt er, wie schon mitgetheilt, in grösseren Krystallen in Nestern mit Augit und Plagioklas vor. Er zeigt die Eigenschaften und Zersetzungsvorgänge wie in den Leucitgesteinen. Dann findet er sich aber auch in kleineren Partien im Gesteine vertheilt.

Apatit zeigt sich in feinen Nadeln. Hie und da beobachtet man grössere, quergegliederte Prismen, bei denen man deutlich die Absorption $e > o$ erkennt.

Kalkspathsphärolithe finden sich ausgezeichnet. Sie zeigen das von Fouqué beobachtete, von Bertrand und Mallard erklärte Interferenzkreuz im parallelen polarisirten Lichte.

In der Grundmasse treten fluidal angeordnete, trikline Feldspathleisten auf, bei deren Anordnung man häufig einen Wechsel des Stromes bemerkt, kleine Augite erscheinen, und reichliches Glas mit Entglasungsproducten kommt vor. Mit HCl und Fuchsin behandelt färben sich nur gewisse Zersetzungsproducte: was gefärbt hervortritt, deutet aber nicht auf Nephelin. — Leucit konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden und zwar weder in der Grundmasse, noch in den Einsprenglingen. In Folge dieses Umstandes ist der Kaligehalt der Analyse entweder für das Glas oder für isomorphe Beimengung triklinen Kaliumfeldspaths zum Plagioklas, oder für Sanidin unter den Feldspathen der Grundmasse in Anspruch zu nehmen. Das optische Verhalten vieler nicht verzwillingter Feldspathleisten in der Grundmasse widerspricht der Sanidinführung nicht.

Abgesehen davon könnte es sich bei diesem Gesteine noch um den Namen handeln. Das Aussehen ist wie das eines Basaltes und auch der im Gewebe vorkommende Olivin spricht hierfür. — Zieht man aber die Analyse in Betracht, namentlich die Menge SiO^2, berücksichtigt man ferner, dass der Augit doch bei weitem keine so dominirende Rolle spielt, wie in den echten Basalten, so kann man wohl nur von einem olivinführenden Augitandesit reden. Merkwürdig bleibt das Auftreten dieses Gesteins in der Nähe der Leucitgesteine. Von Leucit ist aber in ihm nichts vorhanden und, wenn man auch annehmen könnte, dass bei anderer Erstarrungsweise die Vorgänge sich hätten so abspielen können, wie in den Montalto-Gesteinen, so ist man doch nach dem vorliegenden Befund genöthigt, der Abwesenheit des Leucits bei der Namengebung des Gesteins Rechnung zu tragen.

Anzahl der Moduln einer Classe algebraischer Flächen.

Von M. Noether
in Erlangen.

(Vorgelegt von Hrn. Fuchs.)

Man weiss seit Riemann, dass eine Classe algebraischer Curven des Geschlechts p — d. h. die Gesammtheit aller aus einer solchen Curve durch rationale, eindeutig umkehrbare Substitutionen ableitbaren Curven — von $3p-3$ Parametern, den Moduln der Classe, abhängt. Unter den verschiedenen algebraischen Definitionen und Bestimmungen der Moduln, welche in der Arbeit von Hrn. Brill und mir »Über die algebraischen Functionen und ihre Anwendung in der Geometrie«, Mathem. Annalen VII, enthalten sind, sei insbesondere auf die durch Normalcurven verwiesen, auf welche eine Curve der Classe mittels einer linearen ∞^2-Schaar aus den zur Curve gehörigen invarianten »adjungirten Curven ϕ« transformirt werden kann.

Ich habe nun versucht, die Frage für algebraische Flächen auf analogem Wege zu behandeln und bin auch hier, trotz grösserer, unten zu erwähnender Schwierigkeiten durch Transformation auf eine Normalfläche der Classe zum Ziele gekommen. Sei eine Fläche f der Classe von der $n$ten Ordnung, und mögen von den zu f adjungirten (d. h. durch die Doppelcurve von f gehenden) Flächen ϕ, von der $(n-4)$ten Ordnung, p linear unabhängige existiren; sei ferner die Anzahl der beweglichen Schnittpunkte von f mit zweien solchen Flächen ϕ mit p_2 bezeichnet; so lautet das Resultat: dass die (allgemeine) Flächenclasse von $10(p+1)-2p_2$ Parametern abhängt.

I.

Man darf zunächst annehmen, dass die Normalfläche F, auf welche man transformiren will, keine höheren Singularitäten besitze, als eine Doppelcurve, mit einer endlichen Zahl dreifacher Punkte, welche auch dreifache Punkte der Fläche werden.

Um dies einzusehen, genügt es, die Transformationsgleichungen

$$f(x) = 0, \quad y_1 : y_2 : y_3 : y_4 = \phi_1(x) : \phi_2(x) : \phi_3(x) : \phi_4(x), \quad F(y) = 0,$$

wo x für x_1, x_2, x_3, x_4 steht, zu betrachten. Die 5 Gleichungen

$$f(x) = 0, \quad f(x') = 0,$$
$$\phi_1(x) : \phi_2(x) : \phi_3(x) : \phi_4(x) = \phi_1(x') : \phi_2(x') : \phi_3(x') : \phi_4(x')$$

lassen für die 3 Coordinatenverhältnisse des Punktes x und die 3 des Punktes x' ∞^1 Lösungen zu, was zur Doppelcurve von $F(y) = 0$ führt. Bildet man weiter

$$f(x) = 0, \quad f(x') = 0, \quad f(x'') = 0,$$
$$\phi_1(x) : \ldots : \phi_4(x) = \phi_1(x') : \ldots : \phi_4(x') = \phi_1(x'') : \ldots : \phi_4(x''),$$

so hat man 9 Gleichungen für die 9 Coordinatenverhältnisse der Punkte x, x', x'', was im Allgemeinen auf eine endliche Zahl von Lösungen führt, denen die dreifachen Punkte der Doppelcurve von F und von F selbst entsprechen.

Sei f irgend eine irreductible Fläche der Classe, von der Ordnung n. Transformirt man dieselbe durch eine nicht specielle lineare ∞^3-Schaar von zu f adjungirten Flächen $s$ter Ordnung, für $s > n - 4$, in eine Fläche der Ordnung N, so erhält man nur specielle Flächen Nter Ordnung der Classe, deren Specialität nicht allgemein zu charakterisiren ist; sucht man aber umgekehrt die allgemeinste Fläche Nter Ordnung der Classe, so lassen sich wiederum die zugehörigen Transformationsflächen allgemein nicht genau festlegen. Diese Schwierigkeiten können nun überwunden werden, wenn man f mittels adjungirter Flächen der Ordnung $s = n - 4$ transformirt, wie das Folgende zeigt.

II.

Für f, $n$ter Ordnung, sei die Anzahl der adjungirten, linear unabhängigen Flächen ϕ, $(n-4)$ter Ordnung, mit p; das Geschlecht der beweglichen Schnittcurve von f mit einer der ϕ mit p_1; die Anzahl der beweglichen Schnittpunkte mit zweien der ϕ mit p_2 bezeichnet. Zwischen diesen, für die ganze Classe invarianten Zahlen hat man die Relation[1]

$$p_2 = p_1 - 1.$$

Benutzt man die Gesammtheit aller linearen ∞^3-Schaaren, die man aus den p Flächen ϕ bilden kann, zur Transformation von f, so erhält man die Gesammtheit der sogenannten Normalflächen F der Classe,

[1] S. meinen 2. Aufsatz über das eindeutige Entsprechen algebraischer Gebilde, Mathem. Ann. VIII.

die von der Ordnung $N = p_2$ werden. Die Eigenschaft, welche diese Flächen F vor den übrigen Flächen der Ordnung p_2, die der Classe angehören, auszeichnet und charakterisirt, besteht nun hier darin: dass die ebenen Schnitte einer solchen Normalfläche F zu denjenigen beweglichen Curven vom Geschlecht p_1 gehören, welche aus F durch die zu F adjungirten Flächen Φ, der Ordnung $p_2 - 4$, ausgeschnitten werden können.

Die Doppelcurve D einer solchen Fläche F wird also von der Ordnung

$$M = \tfrac{1}{2}(p_2 - 1)(p_2 - 2) - p_1 = \tfrac{1}{2} p_2 (p_2 - 5),$$

und sie möge T dreifache Punkte und den Rang R haben. Sie muss die weitere, sie, und auch die Normalfläche F, charakterisirende Eigenschaft haben: dass durch diese Curve D eine einzige zu F adjungirte Fläche $(p_2 - 5)$ter Ordnung geht.

Denn zunächst muss eine solche Fläche durch D gehen, wenn die ebenen Schnitte $(F\Phi)$ die obige Eigenschaft erhalten sollen; aber auch nur eine, da eine Fläche $(p_2 - 5)$ter Ordnung die Fläche F ausserhalb D nach der Ordnung von D nicht mehr schneiden kann. — Diese Angaben werden zur Bestimmung der Constantenzahl der F genügen.

III.

Für unsere Normalfläche F wird nämlich zunächst[1]:

$$p = \tfrac{1}{6}(p_2 - 1)(p_2 - 2)(p_2 - 3) - (p_2 - 3) M + \tfrac{1}{2} R + 2T,$$
$$p_2 = p_1 - 1 = p_2 (p_2 - 4)^2 - 5(p_2 - 4) M + 2R + 9T.$$

Ferner giebt es in der ∞^{p-1}-Schaar von Flächen Φ noch $\infty^{4(p-4)}$ verschiedene lineare ∞^3-Schaaren; und in jeder solchen ∞^3-Schaar hat man noch 15 Parameter zu linearer Transformation. Somit kann man aus einer Normalfläche F der Classe im Ganzen ∞^α weitere ableiten, wo

$$\alpha = 4(p - 4) + 15 = 4p - 1.$$

Es fragt sich jetzt, wie viele Flächen $p_2$ter Ordnung, mit Doppelcurve der Art D, überhaupt existiren.

Die allgemeinen Formeln würden für die Curven Mter Ordnung mit T dreifachen Punkten die Mannigfaltigkeit ∞^β liefern, wo

$$\beta = 4M - 3T;$$

[1] Siehe des Verf. Aufsatz: Sulle curve multiple di superficie algebriche, Annali di Matem., Ser. II, t. V; oder die vorstehend citirte Abhandlung.

für Flächen $p_2$ter Ordnung, die eine gegebene solche Curve zur Doppelcurve haben, die Mannigfaltigkeit[1] ∞^γ, wo

$$\gamma = \tfrac{1}{6}(p_2+1)(p_2+2)(p_2+3)-1-\{(3p_2+1)M-\tfrac{5}{2}R-11T\}.$$

Aus diesen Zahlen würde sich die Anzahl Z der Moduln der Classe zusammensetzen in der Weise:

$$Z = \beta+\gamma-\alpha.$$

Aber es ist hierbei die Bedingung noch nicht berücksichtigt, dass D eine solche Curve sei, durch welche sich eine, und nur eine, Fläche der Ordnung p_2-5 legen lässt, wodurch sich die Zahl β reducirt. Würde man nach der allgemeinen Formel die Anzahl der Flächen (p_2-5)ter Ordnung aufstellen, welche durch eine Curve (M, T, R) gehen, so erhielte man

$$\tfrac{1}{6}(p_2-4)(p_2-3)(p_2-2)-\{(p_2-4)M-\tfrac{1}{2}R-2T\} = p-3$$

linear unabhängige solcher Flächen; also um $p-4$ mehr, als nach dem Obigen durch D gehen sollen. Da nun die Zahl der durch D gehenden Flächen (p_2-4)ter Ordnung mit der aus der gewöhnlichen Formel folgenden übereinstimmt, so lässt sich aus meinen Untersuchungen über die Constantenzahl der Raumcurven (vergl. meine Preisschrift in den »Abhandlungen« dieser Akademie vom Jahre 1882, §§. 12, 13) schliessen, dass die Constantenzahl β' unserer Raumcurven D um $p-4$ grösser ist, als die gewöhnliche Formel ergiebt: also:

$$\beta' = 4M-3T+p-4.$$

Unsere Curven D bilden eben keine »Species« von Curven mit weniger Constanten, sondern eine besondere »Familie« von Raumcurven mit mehr Constanten als gewöhnlich — in dem im §. 14 jener Schrift festgelegten Sinne.

Somit wird die Anzahl Z der Moduln einer (allgemeinen) Flächenclasse

$$Z = \beta'+\gamma-\alpha = 10(p+1)-2p_2,$$

wie in der Einleitung mitgetheilt ist. Nach der Ableitung ist hierbei $p>3$ vorausgesetzt, und ferner, dass die Flächen nicht unendlich viele Transformationen in sich zulassen.

IV.

Ich führe noch einige Beispiele an:

1. $p=4, p_2=5$. Die Normalfläche wird eine Fläche 5ter Ordnung, F_5, ohne Doppelcurve. Die $Z=40$ Moduln sind die absoluten Invarianten der Form F_5.

[1] Nach dem in vorhergehender Anmerkung citirten Aufsatze aus den Annali.

2. $p = 4, p_2 = 6$. Normalfläche eine Fläche 6ter Ordnung mit einer ebenen Curve 3ter Ordnung ($T = 0$, $R = 6$) als Doppelcurve. $Z = 38$.

3. $p = 4, p_2 = 7$. Normalfläche eine Fläche 7ter Ordnung mit Doppelcurve D von der 7ten Ordnung und einem dreifachen Punkte ($R = 20$). D wird der Schnitt eines Kegels 2ter Ordnung mit einer Fläche 4ter Ordnung, die einen Doppelpunkt im Scheitel des Kegels hat und durch eine Erzeugende desselben geht. $Z = 36$.

4. $p = 5, p_2 = 8$. Normalfläche eine F_8, mit Doppelcurve von der 12ten Ordnung, die vollständiger Schnitt einer F_3 mit einer F_4 ist ($T = 0$, $R = 60$). Von solchen Curven giebt es in der That $\infty^{\mathfrak{S}'} = \infty^{49}$. $Z = 44$.

Die Abzählung der Moduln liesse sich auch an den Flächen F_6 mit doppeltem Kegelschnitt machen, die aus Flächen F_8 der obigen Art, welche noch einen Doppelpunkt besitzen, durch Transformation abzuleiten sind. Die Existenz des Doppelpunktes von F_8 stellt eine Modulbedingung dar, und jene F_6 enthalten noch 43 wesentliche Constanten.

Ferner könnte man auch einen einfachen Punkt von F_8 zum Fundamentalpunkt einer Transformation benutzen und als Normalfläche die F_7 mit Doppelcurve 6ter Ordnung, die hier aber zu einem dreifachen Kegelschnitt wird, benutzen. Diese F_7 liefern 46 Constanten; aber zwei derselben sind durch Wahl des Fundamentalpunktes auf F_8 hereingebracht.

5. $p = 5, p_2 = 9$. Normalfläche eine F_9, mit Doppelcurve D der Ordnung 18 ($T = 6$, $R = 90$). D wird als Schnitt einer Fläche 4ter mit einer Fläche 5ter Ordnung erhalten, die einen Kegelschnitt gemeinsam haben und 6 auf demselben liegende Doppelpunkte. Solcher Curven giebt es $\infty^{\mathfrak{S}'} = \infty^{55}$. $Z = 42$.

Analog, wie im vorigen Fall, kann man auch von einer F_7 ausgehen, mit Doppelcurve 6ter Ordnung ($T = 0$, $R = 18$), die Schnitt einer F_2 mit einer F_3 ist; mit nur 41 Constanten. Oder auch von einer F_8, mit Doppelcurve D 11ter Ordnung, wo D der Schnitt zweier Flächen F_3 und F_4 ist, die eine Gerade gemein haben; dieselbe wird 5punktige Sehne von D und ausgezeichnete einfache Gerade von F_8: die Constantenzahl der F_8 wird 44 und ist wieder um 2 zu vermindern.

Ein babylonisches Grundrissfragment.

Von Ludw. Borchardt
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Schrader am 12. Januar [s. oben S. 1].)

Hierzu Taf. I.

Aus dem alten Orient ist uns nur eine kleine Anzahl von Situationsplänen und Grundrissen erhalten geblieben.

Von aegyptischen Zeichnungen dieser Art besitzen wir den Plan der Goldbergwerke[1] und den Grundriss des Grabes Ramses IV.[2] Ausserdem existirt ein Tempelgrundriss auf Stein, den aber nur E. Brugsch im Handel gesehen hat und der sich jetzt in einem Museum zu New-York befinden soll.[3]

Von babylonischen Darstellungen derselben Art ist meines Wissens bisher nur der Grundriss bekannt geworden, welchen die Statue des »architecte au plan« aus Tello, jetzt im Louvre, auf den Knieen hält,[4] und sodann ein Thontafelfragment mit dem Theile eines Stadtplanes, zur Zeit im Britischen Museum.[5]

Zu diesen beiden Grundrissen babylonischer Herkunft gesellen sich vier Thontafelfragmente, welche die unlängst zurückgekehrte, im Jahre 1886 von Berlin aus veranstaltete Expedition nach Babylonien in Baghdâd erwarb, und die sich jetzt unter den vorläufigen Nummern: E. J. 132, (I, III, V 1 und V 2) in der aegyptischen Abtheilung der Berliner Museen befinden.

Es gelang mir, drei dieser Fragmente zu einem grösseren Stück zusammen zu setzen; das vierte, obgleich augenscheinlich einst dazu

[1] Chabas, Les inscriptions des mines d'or (Châlons-sur-Saône. 1862. 4°). Die bei Lieblein, Deux papyrus hiératiques du Musée de Turin (Christiania 1868. 8°) Taf. 5 publicirten Fragmente gehören wohl zu diesem Plan.

[2] Lepsius, Grundplan des Grabes König Ramses IV. in einem Turiner Papyrus. Abh. d. Ak. d. W. 1867.

[3] Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptienne. 1886. p. 7 und Taf. 3.

[4] Sarzec, Découvertes en Chaldée (Paris 1884) Taf. 15.

[5] Transactions of the society of biblical archaeology. VII. p. 152.

gehörig,[1] steht zur Zeit isolirt da und ist nicht unmittelbar jenen dreien ein- oder anzufügen.

Auf der beigegebenen Tafel habe ich die drei ersteren Fragmente in ihrer Zusammenfügung, das vierte besonders dargestellt und zwar sämmtlich in natürlicher Grösse.

1. Beschreibung der Thontafel.

Die aus den drei genannten Fragmenten wiederum zusammengefügte Thontafel zeigt eine in die ebene Oberfläche[2] eingegrabene Zeichnung, welche einen Theil eines Gebäudegrundrisses darstellt, dem alle Maasse, selbst die Mauerstärken und die Weiten der Thüröffnungen eingeschrieben sind.

An der oberen Seite ist ein schmaler, länglicher Raum, vielleicht eine Strasse oder ein überdeckter Gang, gezeichnet. Vor der Façade des Hauses stehen zwei unmittelbar neben einander gesetzte Zahlen, die ich, wie auch die übrigen Maassangaben in meiner Besprechung vorläufig durch zwei Punkte trennen will. 3··45 (𒐈𒐏𒐊) ist also die Länge der Façade. Eine Thür, die eine lichte Weite von 10 (𒌋) hat, führt in ein rechteckiges Zimmer [*A* 33··20 (𒌍𒐈𒎙) breit, 27··20 (𒎙𒐌𒎙) tief], aus dem eine der Eingangsthür schräg gegenüber liegende Thür in einen grösseren Raum, wohl einen offenen Hof [*B*], führt. Nur das Maass der einen Seite desselben ist noch erhalten: 1··2··30 (𒁹 𒈫𒌍); das der schmaleren ist nur zum Theil noch erkennbar, aber aus den Längenangaben der daneben liegenden Zimmer mit Sicherheit zu ergänzen: 46··40 (𒐏𒐋𒐏).

Vom Hof [*B*] führte eine Thür in einen Complex anliegender Zimmer [*C*, *D*, *E*], deren Längen und Tiefen zum Theil wenigstens eingeschrieben sind. In die Thüröffnung des einen Zimmers links oben [*F*] hat der Zeichner ein Kreuz gemacht, über dessen Bedeutung ich keine Rechenschaft geben kann. Auch das Zeichen in der Mitte des Raumes rechts vom Hof [*C*] ist mir unklar, doch scheint es mir nur durch ein absichtsloses Aufdrücken mit dem Griffel[3] entstanden zu sein, da keines der anderen Zimmer irgend welche Einzeichnung ausser Maasszahlen aufweist. Nur oben in der Strasse steht eine Inschrift, die keine Zahlen enthält, und auf die ich später zurückkommen werde.

[1] Für die Zusammengehörigkeit spricht die gleiche Farbe des Thones in allen vier Fragmenten und auch die Identität des Schriftcharakters.

[2] Die etwas gewölbte Rückseite, deren Oberfläche jetzt völlig zerstossen ist, trug früher gleichfalls eine Zeichnung, wie man noch aus den sehr geringen Spuren auf dem einzelnen Eckfragment sehen kann.

[3] Die Charakterlosigkeit der Linie lässt für mich an der Richtigkeit der Vermuthung des Verfassers keinen Zweifel. Ein Schriftzeichen ist es unter keinen Umständen. (Schr.)

Gegenüber der Thür, die in den Hof [*B*] führt, liegt eine andere, durch die man in ein Gemach [*G*] gelangt, welches die Verbindung mit einem zweiten Hofe [*H*] von den Dimensionen 1··15 ([Keilschrift]) und 1··1··40 ([Keilschrift]) herstellt. Auch an diesem liegen wieder mehrere Zimmer, die entweder direct [*J*, *K*] oder erst durch andere Räume [*L*, *N*, *O* u. s. w.] zugänglich sind. Eins derselben [*M*] zeigt gegenüber der Eingangsthür in der Mauer eine Nische von derselben Breite wie die Thür, deren Öffnung 11··40 ([Keilschrift]) beträgt. Hier ist auch die Mauer ausnahmsweise stark: 11··40 ([Keilschrift]), während sonst nur Mauerstärken von 8··20 ([Keilschrift]) und 10 ([Keilschrift]) vorkommen.

Das einzelne Fragment, vielleicht einst die linke obere Ecke der ganzen Tafel, zeigt die Strasse, welche sich nach links zu verbreitert. An der breiteren Seite ist hier die Zahl 5 ([Keilschrift]), an der schmaleren befindet sich eine zum Theil zerstörte Zahl, vielleicht 2 ([Keilschrift]), eingeschrieben.

Ausserdem zeigt dieses Fragment noch einige Inschriften, die über die Bestimmung des ganzen Planes Aufschluss geben sollten, deren sichere Deutung aber noch nicht gelungen ist.

Gemäss einer gütigen Mittheilung des Hrn. Hugo Winckler könnte die Inschrift in der oberen Mauer ([Keilschrift]) die Bezeichnung des unserem Gebäude gegenüber liegenden Grundstücks sein; In der unteren Mauer steht nach dem Genannten: »das ..... des Königs« ([Keilschrift]), also die Angabe, wozu das Haus diente: in der die Strasse andeutenden Partie: »70 Feld Ellen....« ([Keilschrift]), eine Angabe, in Bezug auf welche ich mich jeder Vermuthung enthalte. Eine vierte Inschrift links unten neben der ausgebrochenen Ecke lautet: »Gott Za-kar« ([Keilschrift]). In ähnlicher Weise lesen wir oben auf der zusammengesetzten Tafel: »Gott ....« ([Keilschrift]).

Ich bemerke noch, dass Hr. Winckler die Tafel gemäss dem Schriftcharakter in das siebente vorchristliche Jahrhundert setzen zu müssen glaubt.

2. Art der Darstellung.

Der Architekt, der unseren Plan zeichnete, scheint mit Lineal und Griffel, welche beide Gegenstände z. B. die bei Sarzec Tafel 14 dargestellte Statue des Baumeisters auf den Knieen hält, recht flott gezeichnet zu haben; wenigstens gehen die Linien in seiner Skizze meist weiter als sie bei einer sauberen Ausführung gehen dürften.

In der Art der Darstellung ist unser Zeichner seinem aegyptischen Collegen jedenfalls weit überlegen. Dieser hat bei dem Plane des

Grabes Ramses IV. die richtigen Dimensionen in der Zeichnung lange nicht so genau inne gehalten wie der Babylonier. Vor allen Dingen hat aber der Aegypter die Schwierigkeiten der einheitlichen Darstellung noch nicht zu überwinden vermocht. Derselbe ignorirt Mauerstärken, Dicken von Thürleibungen und dergleichen völlig und vermischt ferner mehrere Male die Zeichnung des Grundrisses mit der des Aufrisses, indem er die Thüren in der Vorderansicht, den Berg, der das Grab enthält, in der Silhouette seinem Grundriss einzeichnet, ebenso wie sein College, der den Plan der Goldbergwerke skizzirte, während er die Wege und Wasserreservoirs ganz richtig im Grundriss darstellte, die Berge, die Stele Seti I., das Heiligthum des Amon und die Häuser der Arbeiter in Ansicht in seine Karte eintrug.

Auch das Einschreiben der Zahlen macht der Babylonier — dessen Darstellungsweise überhaupt von unserer heutigen in nichts wesentlichem abweicht — viel geschickter, indem er dieselben an der oberen und linken Wand der Zimmer, parallel der gemessenen Richtung anbringt, während der Aegypter jedem Raume eine lange Legende einschreibt, welche die Dimensionen enthält.

Einmal scheint der Babylonier allerdings einen Zeichenfehler gemacht zu haben, er hat nämlich die linke Mauer des ersten Hofes [*B*] doppelt angegeben; wenigstens finde ich für die drei parallelen Striche an dieser Stelle keine andere Deutung. Sonst hat er aber, wie wir sehen werden, selbst die Maasse der Zimmer in der Zeichnung genau wiedergegeben.

3. Anlage des dargestellten Gebäudes.

Die Anlage bietet nichts, was nicht schon aus den Publicationen bekannt wäre.[1] Mehrere Räume um grössere Höfe gruppirt zeigt uns auch der Palast von Khorsâbâd.[2] Die Verschiebung der beiden Thüren eines Zimmers kommt gleichfalls häufiger vor.[3] Unter den Aufnahmen, die Hr. Koldewey bei den Ausgrabungen der oben erwähnten Expedition an verschiedenen Orten Babyloniens im vergangenen Jahre machte, und in die mir freundlichst Einsicht gestattet war, sind Beispiele von Anlagen, deren Details mit denen der unseren übereinstimmen. In den Aufnahmen aus El-Hibba findet sich z. B. das sonderbare Verschieben von Mauern an Stelle der rechtwinkligen Durch-

[1] Die folgenden Beispiele mussten leider meist von assyrischen Bauten entnommen werden, da für die babylonischen die Publicationen noch nicht ausreichen.

[2] Place, Ninive et Assyrie III. Tafel 4.

[3] Place a. a. O. Tafel 4 Nr. 14 und 133; Tafel 5 Nr. 73 und 93.

kreuzung genau ebenso, wie auf unseren Fragmenten. [Zwischen *A, B, C, D* und bei *L, M, N, P.*] Anlagen von Nischen gegenüber einer Thür, wie dieselbe links unten [*M*] auf den zusammengesetzten Stücken zu sehen ist, sind auch in den Publicationen nicht selten.[1]

4. Bestimmung der Maasseinheit des Grundrisses.

Bei den eingeschriebenen Maassen sind die einzelnen unvermittelt hinter einander gesetzten Zahlen, wie z. B. 46 ·· 30 nicht gleichwerthig, vielmehr ist jede Einheit der ersten Zahl das sechszigfache der zweiten; in der Reconstruction habe ich daher solche Zahlen stets in folgender Weise wiedergegeben: $46 \cdot 60^1 + 30$.

An der Façade dagegen, die doch selbstverständlich viel länger sein muss, als die im Zimmer gleich darunter [*A*] verzeichnete Strecke von $33 \cdot 60^1 + 20$, steht nur 3 ·· 45. Hier werden wir also die 45 als $45 \cdot 60^1$ und die 3 als $3 \cdot 60^2$ Einheiten auffassen müssen, und habe ich danach auch die Zahlen so verzeichnet. Und das ist in Übereinstimmung mit dem Wesen der babylonischen Zählungsweise, mit dem sogenannten Sexagesimalsystem.

Wie nämlich in unserem Zahlensystem jede frühere Stelle eine höhere Potenz von 10 zur Einheit hat als die folgende, so drückt bekanntlich im Sexagesimalsystem jede vorhergehende Zahlengruppe, die stets kleiner ist als 60, eine höhere Potenz von 60 aus. Man muss dieselbe also mit der entsprechenden Potenz von 60 multipliciren, um ihren Werth zu erhalten.

Unsere Thontafel bietet nun auch einen Anhaltspunkt zur Bestimmung der ihren Maassangaben zu Grunde liegenden Einheit, die ziemlich klein gewesen sein muss, da der Architekt die Längen nie genauer als bis auf 10 Einheiten verzeichnet hat.

Es finden sich nämlich, wie oben bemerkt, verschiedene Mauerstärken angegeben:

$$8 \cdot 60^1 + 20 = 500$$
$$10 \cdot 60^1 = 600 \text{ und}$$
$$11 \cdot 60^1 + 40 = 700 \text{ Einheiten.}$$

Diese drei Zahlen unterscheiden sich um je $1 \cdot 60^1 + 40 = 100$ und sind durch diese Zahl auch theilbar. Aus Babylonien sind nun aber nur Backsteinbauten bekannt, bei denen alle Mauerstärken in Folge ihrer Zusammensetzung aus gleichen Ziegeln durch das Backsteinmaass oder, vorausgesetzt dass auch halbe Steine zur Verwendung kommen, auch durch die Hälfte desselben theilbar sein müssen.

---

[1] Place a. a. O. Tafel 4 Nr. 133. 62.

Demnach muss die Zahl $1 \cdot 60^1 + 40$ entweder das Maass eines ganzen oder eines halben Steines darstellen — natürlich einschliesslich der Fuge.

Wir haben es also hier entweder mit Mauern von 5, 6 und 7 Steinen oder mit solchen von $2^1/_2$, 3 und $3^1/_2$ Steinstärken zu thun. Die letztere Annahme hat nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich, da Mauern von nur 3 Steinen in Babylonien zu den Seltenheiten gehören.[1]

Zwei Umstände kommen uns nun bei dieser Untersuchung zu statten: erstens die quadratische Form der babylonischen Ziegel, die es gleichgültig macht, welche Dimension derselben wir der Rechnung zu Grunde legen wollen, und zweitens die Gleichheit des Formates bei den babylonischen Backsteinen aller Epochen.

Oppert setzt[2] das Mittelmaass eines Ziegels auf 0^{m}315 an; die babylonischen Ziegel im Berliner Museum haben im Mittel dieselben Dimensionen, auch die Messungen der oben erwähnten Expedition ergaben dasselbe. So werden wir nicht fehl gehen, wenn wir diese Zahl unserer Rechnung zu Grunde legen.[3]

Über die Stärke einer Stossfuge habe ich nirgends directe Angaben gefunden[4]: den Photographien der Expedition entnehme ich folgende Abmessungen:

Agargûf Stossfuge $^1/_{20}$ bis $^1/_{13}$ der Steinstärke,
Mugair » $^1/_{22}$ » $^1/_{16}$ » » .

Daraus erhält man für die Stärke der Verticalfugen ein Durchschnittsmaass von 2^{cm}.

Nach diesen Annahmen hat also eine Mauer von 5 Steinstärken — 5 Ziegel und 4 Fugen — eine Dicke von etwa 1^{m}66; eine solche von 6 Steinen etwa 2^{m}00; eine solche von 7 Steinen etwa 2^{m}34.

Dass diese Ansetzungen nicht weit von der Wahrheit abweichen, zeigt z. B. die Zeichnung einer 7 Stein starken Mauer, die 2^{m}31 dick angegeben ist.[5]

Man erhält also für die auf dem Plane verzeichneten Mauerstärken von 5, 6 und 7 Steinen die folgenden Gleichungen, denen

---

[1] Aus den Publikationen habe ich auch nicht constatiren können, dass die Babylonier auch Mauern, die nicht durch ganze Steinmaasse theilbar sind, aufgeführt hätten; das einzige mir bekannte Beispiel einer Mauer von $6^1/_2$ Stein Stärke ist bei Place a. a. O. Tafel 23 zwischen Raum 169 u. XVIII nur in Rekonstruction dargestellt.

[2] Étalon des mesures assyriennes (Paris 1875. 8°) p. 1.

[3] Die bei Sarzec a. a. O. Tafel 37 publicirten Ziegel von 0^{m}47 u. 0^{m}23 sind $1^1/_2$ und $^3/_4$ Ziegel.

[4] Lagerfugen variiren nach den Notizen des Hrn. Koldewey zwischen 1 und 4^{cm}; Stossfugen pflegen geringere Breite zu haben.

[5] Place, a. a. O. Tafel 12.

man natürlich nur ein Resultat von annähernder Genauigkeit wird entnehmen können:

$$1^{\text{m}}66 = 8 \cdot 60^{\text{I}} + 20 = 500 \text{ Einheiten,}$$
$$2^{\text{m}}00 = 10 \cdot 60^{\text{I}} \qquad = 600 \quad » \quad ,$$
$$2^{\text{m}}34 = 11 \cdot 60^{\text{I}} + 40 = 700 \quad » \quad .$$

Diese drei Gleichungen geben für die Einheit eine Länge von etwa $3^{\text{mm}}3$.

Sieht man sich nun unter den vielen Ansetzungen für babylonische Längenmaasse um, so wird man keine finden, die sich irgendwie mit der berechneten Zahl in Einklang bringen liesse.[1] Dahingegen ergiebt sich die Richtigkeit der Rechnung aus den Angaben des Planes, die, sobald man ihnen das berechnete Maass zu Grunde legt, für die Gemächer und Thüren Dimensionen ergeben, die den bisher an erhaltenen Bauten gemessenen und publicirten Maassen in befriedigender Weise entsprechen. So sind z. B. die mit 10 bezeichneten Thüren nach unserer Rechnung ungefähr $1^{\text{m}}98$ — $2^{\text{m}}00$ breit; eine Breite, die für eine zweiflügelige Thür[2] eines Palastes sehr angemessen ist und auch mit bekannten Maassen von Thürschwellen[3] ($2^{\text{m}}03$ breit) ganz gut harmonirt. Die Thür von $11 \cdot 60^{\text{I}} + 40$ Breite ($2^{\text{m}}33$) hat mehrfach ihres Gleichen im Palaste von Khorsabad.[4] Von einer weiteren Aufzählung derartiger Beispiele, die sich leicht in den Publikationen finden lassen, sehe ich ab.

5. Der Maassstab der Zeichnung.

Da die Dimensionen der einzelnen Strecken auf der Zeichnung mit den dazu geschriebenen Zahlen augenscheinlich in Proportion stehen, so kann man, nachdem einmal die Maasseinheit angenähert berechnet ist, versuchen auch den Maassstab, in dem der Plan aufgetragen ist, festzustellen.

Ein Zimmer, am linken Rande der Tafel [*P*], soll $46 \cdot 60^{\text{I}} + 40$ = etwa $9^{\text{m}}25$ tief sein, in der Zeichnung hat es aber nur nahe an 26^{mm}, ist also im Maassstab 1 : 360 dargestellt, ein Verhältniss, das beim Sexagesimalsystem gar nichts Aussergewöhnliches hat. Eine andere Strecke [*J*], die in Wirklichkeit $32 \cdot 60^{\text{I}} = 6^{\text{m}}34$ lang sein soll und an 18^{mm} Länge in der Zeichnung hat, ergiebt denselben

[1] Auch die Theilung des Backsteins in 100 Einheiten kann ich mit dem von Oppert (a. a. O. S. 1 und 38) angenommenen »pied de 72 ongles«, der der Steinlänge gleichen soll, nicht in Einklang bringen.

[2] Place, a. a. O. Tafel 4 Nr. 52, 131, 132, 133 ($2^{\text{m}}00$).

[3] Place, a. a. O. Tafel 49.

[4] Place, a. a. O. Tafel 18U ($2^{\text{m}}25$); Tafel 35 ($2^{\text{m}}25$).

Maassstab, den man mit grösserer oder geringerer Genauigkeit bei jeder angeschriebenen Zahl wiederfindet.[1]

Nur zweimal stimmt die Zeichnung im Maassstabe nicht [die verticale Messung in *D* und dieselbe in der Zimmerreihe *M*, *L*, *J*, *G*], und zwar müssten in beiden Fällen die Zimmer in der Zeichnung um 5 Einheiten schmaler sein. Über den Grund dieser einheitlichen Abweichung habe ich nur Vermuthungen.

6. Der Maassstab von Tello.

Die Baumeister in Babylonien scheinen also auch schon wie wir in bestimmtem Maassstab gezeichnet zu haben, was auch daraus hervorgeht, dass der »architecte au plan« unter seinen Zeichenutensilien ein Lineal mit Theilung hat.[2]

Dieser Maassstab, der zwar um vieles älter ist als unser Grundriss, zeigt eine gewisse Übereinstimmung mit dem oben berechneten Maass und habe ich ihn daher auf der Tafel mit dargestellt.

Auf demselben ist eine Strecke von $16^{\mathrm{mm}}5$ zuerst 6 Mal ungetheilt, dann in Theile zerlegt abgetragen und zwar zerlegt in 2, 3 und so fort bis 6 Theile; jedoch ist zwischen je zwei getheilte Strecken eine ungetheilte eingeschaltet, damit nicht durch eine zu dichte Reihe von Theilungsstrichen die Klarheit des Maassstabes beeinträchtigt werde, ähnlich wie auf modernen Stäben die einzelnen Theile durch Farbenwechsel unterschieden werden. An der anderen Kante des Stabes ist die Theilung weiter fortgesetzt und zwar ist der kleinste Theil der vorderen Kante zuerst in 2, dann in 3 Theile zerlegt, zu einer weiteren Theilung — etwa wieder bis zu 6 Theilen — reichten wohl die mechanischen Hülfsmittel der Alten nicht aus.

Wie die 6 kleinsten Untertheile an der unteren Kante zu dem grösseren Maass von $16^{\mathrm{mm}}5$ vereinigt sind, so bilden wieder 6 von diesen Maassen zu $16^{\mathrm{mm}}5$ eine grössere Einheit von 99^{mm}, welche die 6 neben einander liegenden ungetheilten Maasse von $16^{\mathrm{mm}}5$ umfasst. Dieses Maass von 99^{mm} ist aber gleich 30 der oben berechneten Einheiten [$3^{\mathrm{mm}}3$] der Berliner Planfragmente, oder eine Einheit des Stabes von Tello zu $16^{\mathrm{mm}}5$ ist gleich 5 von unseren Einheiten.

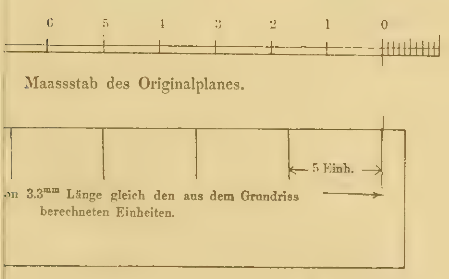
Im Verhältniss 1 : 360 stellt dann $^1/_6$ des $16^{\mathrm{mm}}5$-Maasses $5 \cdot 60^1$ Einheiten des Planes dar, und $^1/_{18}$ desselben Maasses, das kleinste auf

[1] An den Wänden, die von einer Thür durchbrochen sind [in *A*, *B*, *G*, *K*, *L* und *N* die horizontal stehenden Zahlen], bezieht sich die angeschriebene Zahl nur auf die Länge der Wand ohne die Thürweite, die man bei einer Messung hinzurechnen muss.

[2] Sarzec, a. a. O. Taf. 15.

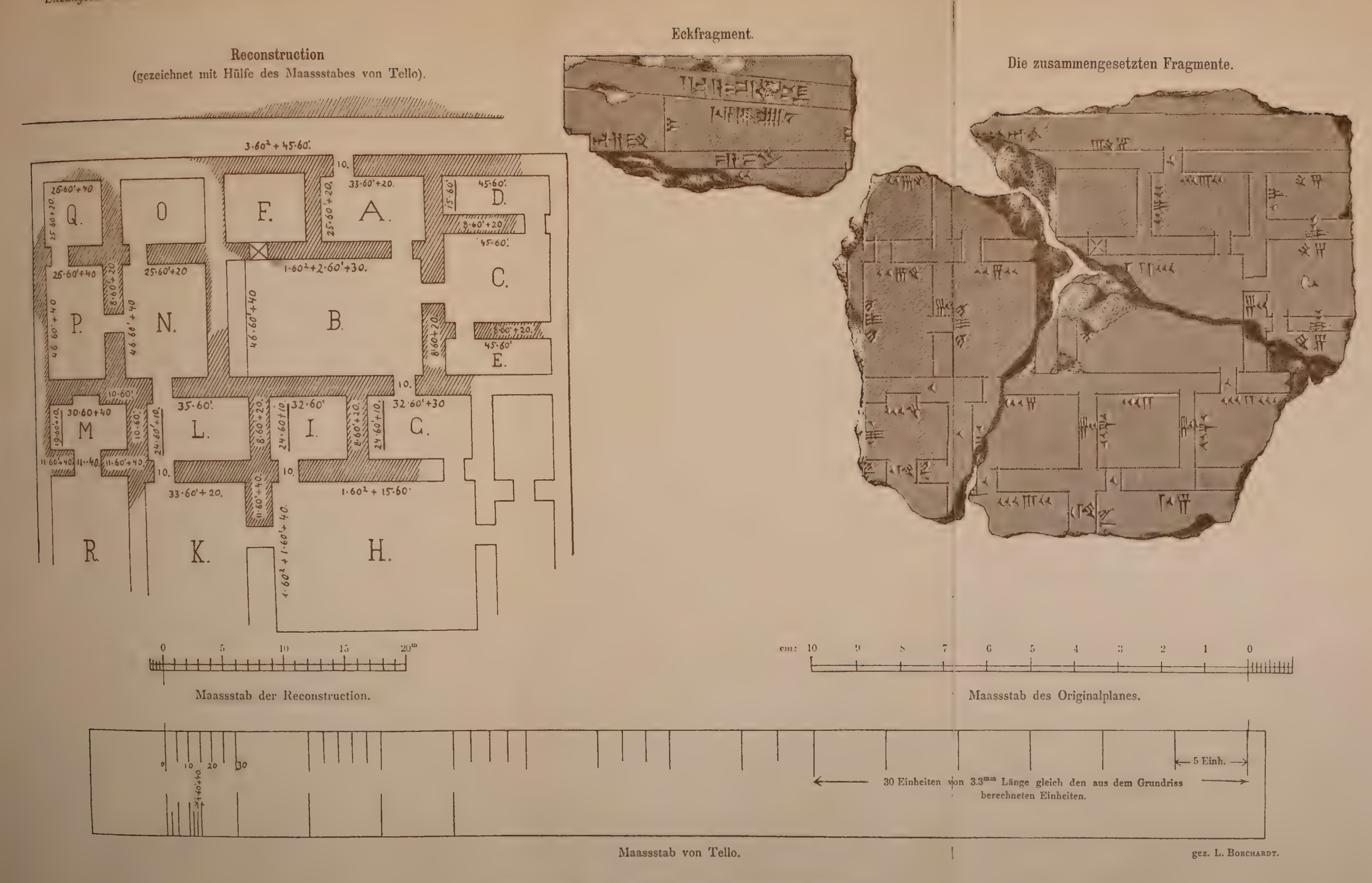
Die zusammengesetzten Fragmente.





Maassstab des Originalplanes.

gez. L. Borchardt.



Borchardt: Ein babylonisches Grundrissfragment.

dem Stabe verzeichnete Maass ist — bei 1 : 360 — gleich $1 \cdot 60^1 + 40$, das heisst also nach den früheren Ausführungen: gleich dem Backsteinmaass.

Als Probe für die Richtigkeit dieser Rechnung habe ich die Reconstruction des Grundrisses auf der beigegebenen Tafel gezeichnet, indem ich den Stab von Tello als Maassstab zu Grunde legte. Man kann sich leicht mit dem Zirkel überzeugen, dass bis auf die unterstrichenen Maasse, bei denen, wie schon bemerkt, ein Irrthum in der Zeichnung vorliegen muss,[1] die Originalmaasse der Thontafel mit den aus dem Maassstabe von Tello entnommenen völlig übereinstimmen.

Zum Schlusse sage ich Hrn. Erman und Hrn. Schrader, die mich freundlichst durch ihren Rath unterstützten, meinen ergebensten Dank.

[1] Der Irrthum könnte dadurch entstanden sein, dass der Zeichner die Strecken um einen Theilstrich [= 5 Einheiten bei 1 : 360] zu lang machte.

Verzeichniss der von Hrn. E. von Oertzen aus Griechenland und aus Kleinasien mitgebrachten Batrachier und Reptilien.

Von Dr. O. Boettger
in Frankfurt (Main).

(Vorgelegt von Hrn. Schulze am 12. Januar [s. oben S. 1]).

In erster Linie soll die folgende Liste eine Aufzählung aller Kriechthierarten sein, welche Hr. Eberhard von Oertzen auf seiner 1887 mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften unternommenen Reise in dem griechischen Festland, auf den Cykladen und Sporaden und an der Küste von Karien zusammengebracht hat. Sodann soll sie aber auch ein vollständiges Verzeichniss der bis jetzt in der Literatur erwähnten Fundorte dieser Arten geben, soweit Griechenland im weiteren Sinne und Kleinasien in Betracht kommen, da alle neueren, in zoogeographischer Richtung veröffentlichten Arbeiten über diesen Gegenstand eine annähernde Vollständigkeit und übersichtliche Gruppirung vermissen lassen.

Was den Gang der etwa halbjährigen Reise selbst anlangt, so wurden folgende Sammelstationen gemacht: »Vom 2. bis 6. März 1887 wurde die Umgebung von Avlona in Albanien, am 7. März die der Stadt Corfu, am 10. März die von Laurion in Attika durchforscht. Vom 10. bis 14. März hielt sich Hr. von Oertzen auf der Insel Keos, am 15. März auf der Insel Makronision auf und stattete am 19. März dem Phaleron bei Athen einen Besuch ab. Auf den 20. März bis 1. April fällt sein Aufenthalt in Süd-Euboea (Gegend von Aliveri und Ufergebiet des Sees bei Dystos 20. bis 21., Gegend von Almyropotamo 22. März, von Stura 23. bis 24., von Karystos und Ochagebirge 26. bis 31. März, Südküste von Euboea 1. April). Vom 2. bis 7. April wurde die Insel Andros (hier speciell die Umgebung der Dörfer Phelos und Arni, der Berg Kowari und die Umgegend der Stadt Andros), vom 8. bis 10. April die Insel Tinos (besonders die Gegend von Steni und der Berg Skionia), vom 10. bis 14. April

die Insel Mykonos, am 15. April die Insel Syra durchforscht. Der Aufenthalt Hrn. von Oertzen's auf Creta dauerte vom 18. April bis zum 7. Mai (eingehend wurde gesammelt in der Umgebung von Kanea am 18., Kandia vom 20. bis 21., Dorf Viano vom 24. bis 25., Hochplateau Lasithi und anliegende Berge vom 26. bis 30. April, Umgegend von Sitia bis zur Ostküste vom 2. bis 7. Mai). Am 7. bis 8. Mai wurde die kleine Insel Elasa, östlich von Creta, am 9. Armathia, die Schwesterinsel von Kasos, am 10. bis 11. Kasos, am 12. bis 17. Karpathos, am 18. bis 19. Mai Chalki (oder Charki) angefahren. Der Aufenthalt auf Rhodos erstreckte sich auf die Dauer vom 19. Mai bis 3. Juni (hier wurde besonders die Umgebung des Dorfes Kastelo und des Klosters Artemidi am Fusse des Berges Atawiros am 19. bis 24., die Umgegend der Stadt Rhodos und des Dorfes Trianda am 25. Mai bis 3. Juni abgesucht). Die Insel Symi wurde am 6. und 7. Juni, die Küste von Karien gegenüber den Inseln Symi, Kos und Kalymnos am 8. und 9., 13. und 21. Juni besucht. Sodann wurden angefahren die vulkanische Insel Nisyros am 10. bis 11. Juni und die Inseln Jali (gleichfalls jung-eruptiv) am 11., Kos am 12. bis 13., Kappari am 14. und Kalymnos am 14. bis 20. Juni. Auf Samos sammelte Hr. von Oertzen vom 23. bis 30. Juni (hier speciell im östlichen Theile der Insel in der Umgebung von Tigani und Vathy, im westlichen Theile beim Dorfe Marathokampos und auf dem Berg Kerki). Endlich wurde die östliche Hälfte der Insel Nikaria vom 6. bis 12. Juli und die Insel Chios vom 17. bis 22. Juli durchforscht. Nach der Rückkehr nach Athen wurde von dort aus die Insel Aegina am 1. und 2. August besucht. Auf den 11. August fällt der Aufenthalt Hrn. von Oertzen's an dem schon früher von ihm besuchten Orte Lidoriki in Doris; vom 12. bis 17. August wurde im Korax-Gebirge an der Grenze von Doris und Aetolien, namentlich oberhalb des Dorfes Musinitza, vom 18. bis 20. August beim Dorfe Pawliani und nahe der Stadt Lamia in Phthiotis gesammelt.«

Ausser der von Hrn. E. von Oertzen in 1887 und theilweise auch in früheren Jahren gemachten Ausbeute standen dem Verfasser noch das Material der Hermann von Maltzan'schen Reise 1885 aus Creta und vom Festland von Kleinasien, die Sammlung Th. Loebbecke's in Düsseldorf aus Smyrna und Rhodos und eine nicht unerhebliche Collection in der Umgebung von Smyrna 1885—1886 gesammelter Kriechthiere des Hrn. Dr. August Müller (*Linnaea*) in Berlin zur Verfügung, alles sicheres Material mit exacten Fundortsangaben, das dieser Arbeit zu Gute kommen konnte.

Die wichtigsten Schriften über die locale Verbreitung der Batrachier und Reptilien in Griechenland und Kleinasien, die ich im Folgenden mit Abkürzungen citiren werde, sind:

1. Bibron et Bory de St. Vincent, Expédition scientifique de Morée, Tome 3, Reptiles p. 57—76. Paris 1836. Avec planches = Bibron et Bory.

2. Fiedler, K. G., Reise durch alle Theile des Königreichs Griechenland, I. Theil. Leipzig 1840 = Fiedler (1).

3. Dasselbe, II. Theil. Leipzig 1841 = Fiedler (2).

4. Berthold, A. A., Über verschiedene neue oder seltene Amphibienarten in: Act. Soc. Reg. Sc. Götting. Vol. 8. Göttingen 1842 (citirt nach dem Sep. Abdr. 15 pgg.) = Berthold.

5. Duméril, M. C. et A. Duméril, Catalogue méthodique de la Collection des Reptiles. Paris 1851 = A. Duméril.

6. Erhard, Dr., Fauna der Cykladen, I. Theil: Die Wirbelthiere der Cykladen. Leipzig 1858 = Erhard.

7. Erber, J., Ergebnisse einer Reise nach Griechenland in: Verh. Zool. Bot. Ges. Wien Bd. 16, 1866 S. 825—828 = Erber (1).

8. Erber, J., Bemerkungen zu meiner Reise nach den griechischen Inseln. Ebenda Bd. 17, 1867 S. 853—856 = Erber (2).

9. Erber, J., Bericht über eine Reise nach Rhodus. Ebenda Bd. 18, 1868 S. 903—908 = Erber (3).

10. De Betta, E., I Rettili ed Anfibi del Regno della Grecia in: Atti Istituto Veneto Sc., Lett. ed Arti (3) Tomo 13, 1868 = De Betta.

11. Raulin, V., Description phys. de l'île de Crète, Part. Zool. in: Actes Soc. Linn. Bordeaux Tome 24, Livr. 6 p. 691—692. Bordeaux 1869 = Raulin.

12. Strauch, A., Schlangen des russ. Reichs in: Mém. Acad. Imp. Sc. St.-Pétersbourg (7) Tome 21, No. 4. St. Petersburg 1873 = Strauch.

13. Boettger, O., Bemerkungen über einige Reptilien von Griechenland und von der Insel Chios in: 15./16. Bericht Offenbach. Ver. f. Naturk. 1876 S. 55—64 = Boettger.

14. Heldreich, Th. de, La Faune de Grèce, I. Partie: Animaux vertébrés p. 61—77. Athènes 1878 = Heldreich.

15. Bedriaga, J. von, Verzeichniss der Reptilien und Amphibien Vorder-Asiens in: Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 1879 (citirt nach dem Sep. Abdr. Moskau 1879 32 pgg.) = Bedriaga (1).

16. —, J. von, Die Amphibien und Reptilien Griechenlands. Ebenda Tome 56, 1882 (citirt nach dem Sep. Abdr. Moskau 1882 195 pgg.) = Bedriaga (2).

17. Boulenger, G. A., Catalogue Batr. Anura Brit. Museum, ed. 2. London 1882 = Boulenger (1).

18. —, G. A., Catalogue Batr. Grad. et Apoda Brit. Museum, ed. 2. London 1882 = Boulenger (2).

19. —, G. A., Catalogue Lizards Brit. Museum, ed. 2. Vol. I. London 1885 = Boulenger (3).

20. Bedriaga, J. von, Beiträge zur Kenntniss der Lacertiden-Familie in: Abhandl. Senckenberg. Nat. Ges. Bd. 14 S. 17 ff. Frankfurt a. M. 1886 (citirt nach dem Sep. Abdr.) = Bedriaga (3).

21. Boulenger, G. A., Catalogue Lizards Brit. Museum, ed. 2. Vol. II. London 1887 = Boulenger (4).

22. Dasselbe, ed. 2. Vol. III. London 1887 = Boulenger (5).

23. Müller, F., V. Nachtrag zum Katalog der herpetologischen Sammlung des Basler Museums in: Verhandl. Naturf. Ges. Basel, 8. Theil. Basel 1887 S. 249—296, Taf. 1—3 = F. Müller.

Das von uns behandelte Gebiet ist unten mit römischen Ziffern in folgende zehn Kategorien eingetheilt worden:

I. Ionische Inseln,
II. Albanien, Epirus, Süd-Makedonien und Thessalien,
III. Mittelgriechenland mit den Inseln Salamis und Aegina,
IV. Morea mit der Insel Poros,
V. Nördliche Sporaden,
VI. Euboea mit der Insel Petali,
VII. Cykladen,
VIII. Creta mit seinen Küsteninseln Dia (Standia) und Elasa,
IX. Südliche Sporaden, und
X. Festland von Kleinasien, östlich bis zum 54° östl. Länge Ferro.

Für die Insel Cypern, die trotz vielfacher Anklänge an die Fauna von Syrien, eigentlich in dieses Gebiet hätte mit einbezogen werden sollen, wurde von Daten abgesehen, da die älteren Forschungen Unger und Kotschy's und Günther's hinreichend bekannt sind, und keine neueren Angaben, die im Übrigen gerade für diese Insel sehr erwünscht wären, vorliegen.[1] Die Kategorie V. Nördliche Sporaden musste aus anderen Gründen ganz vernachlässigt werden: von hier liegen nämlich überhaupt herpetologische Angaben noch nicht vor.

Den Schluss sollen einige Angaben über die Art der Verbreitung und die (activen und passiven) Wanderungen bilden, welche die auf-

[1] Erst nach Abschluss der folgenden Arbeit erschien G. A. Boulenger's Liste von 14 Arten aus Cypern in Ann. Mag. Nat. Hist. for Nov. 1887 p. 344—345.

gezählten 11 Batrachier und 32 Reptilien, die freilich nur etwa zwei Drittel der gesammten Kriechthierfauna des griechisch-kleinasiatischen Gebietes repraesentiren, auf Grund der von uns zusammengestellten Daten ausgeführt haben müssen.

I. Batrachia.

1. *Salamandra maculosa* Laur. 1768.

Laurenti, Synops. Rept. p. 42, 151; Heldreich p. 77 (*maculata*); Bedriaga (2) p. 49; Boulenger (2) p. 3; Boettger, Jahrb. d. d. Malakoz. Ges. 1883 p. 313; v. Martens, Sitz. Ber. Ges. Nat. Fr. Berlin 1884 p. 193; Stussiner und Boettger, Jahrb. d. d. Malakoz. Ges. 1885 p. 148 (*atra*, laps. mem.!).

Obere Region des Pelion bei Volo, Thessalien II (J. Stussiner). 1 ♂.

Musinitza im Korax-Gebirge III, Mitte August 1887 (v. Oertzen). 2 erwachsene Stücke aus alten, morschen Tannenstrünken.

Bei den Stücken von Musinitza ist die Färbung überwiegend schwarz mit zwei unregelmässigen Reihen orangegelber Rundflecke längs des Rückens. Bauch schwarz; Kehlumkreis und entweder je eine aus zusammengeflossenen gelben Flecken entstandene Lateroventralbinde orangegelb und dann die Bauchmitte ungefleckt, oder der ganze Bauch mit zahlreichen, kleinen, orangegelben Makeln regellos bedeckt. — Totallänge 164—167mm.

Beim Stück vom Pelion halten sich die Farben Schwarz und Gelb die Waage; die hellen Kopf- und Rückenflecke sind sehr gross und wenig zahlreich. Dagegen ist fast die ganze Unterseite des Thieres mit Ausnahme je einer schwarzen Querbarre zwischen den Gliedmaassen lebhaft gelb.

Verbreitung:

II. Süd-Makedonien: Olympos-Gebirge (v. Martens). Thessalien: Pelion-Gebirge bei Volo (v. Mts., J. Stussiner) und Ossa-Gebirge (Stuss. und Bttgr.).

III. Grenze von Aetolien und Doris: Korax-Gebirge bei Musinitza (v. Oertzen). Phokis: Parnass-Gebirge (v. Heldr., v. Bedr.).

IV. Elis: Oleno-Gebirge bei Hagios Vlassis und Quellen des Erymanthos (Bttgr.).

X. Olympos-Gebirge bei Brussa (v. Mts.); Zebil Bulghar Dagh im cilicischen Taurus (Blgr.).

2. *Molge cristata* Laur. 1768 var. *Karelini* Strauch 1870.

Laurenti, l. c. p. 39, 146; Strauch, Revis. d. Salam.-Gatt., St. Petersburg 1870 p. 42, Taf. 1, Fig. 1 (var.); Bedriaga ([2]) p. 48 (Typus); Boulenger ([2]) p. 10 (var.); F. Müller, Kat. Herp. Samml. Basel Mus., IV. Nachtr. 1885 S. 669 (*Triton Karelini*).

Brussa X (v. Maltzan). 1 Stück.

Prachtvolles, brünstiges ♂, in Zahnbau, Schwanzform und Färbung ganz mit Strauch's Beschreibung und Abbildung und mit einem Exemplar der Senckenberg'schen Sammlung in Frankfurt a. M. von Kutais in Mingrelien (leg. H. Leder) übereinstimmend.

Verbreitung:

III. Phokis: Parnassos-Gebirge (typus, v. Bedr.).

X. Olympos-Gebirge bei Brussa (F. Müller, v. Maltzan).

3. *Molge alpestris* (Laur.) 1768.

Laurenti, l. c. pp. 38, 142, Taf. 2, Fig. 4 (*Triton*); Boulenger ([2]) p. 12.

Parnassos-Gebirge III, in etwa 2000^{m} Höhe, Anfangs Mai 1882 (v. Oertzen). 2 ♀♀ (Mus. Berolin. Nr. 10650).

Labialloben kräftig entwickelt. Typisch in Form und Färbung, aber die schwarzen Ringel um Finger und Zehen auf den Innenflächen von Hand und Fuss weniger deutlich als gewöhnlich. Am Unterkieferrand ein Halbkreis kleiner schwarzer Rundflecke.

Verbreitung:

III. Phokis: Parnassos-Gebirge (v. Oertzen).

4. *Molge vittata* (Jen.) 1835.

Jenyns, Man. Brit. Vert. Anim. p. 305 (*Triton*); Lataste, Sur l'habitat du *Triton vittatus* Gray in: Bull. Soc. Zool. France 1877, S. A. p. 2, 12; Boulenger ([2]) p. 13; Dickson and Sclater, Proc. Zool. Soc. London 1885 p. 834.

Brussa X (v. Maltzan). 2 Exemplare.

Je ein prachtvolles ♂ und ♀ im Hochzeitskleid. Cloakengegend und Unterseite der Hinterfüsse beim ♂ wie die Kopfunterseite schwarz gefleckt. Weibchen übereinstimmend mit einem ♀ der Senckenberg-schen Sammlung aus dem Letschghum in Mingrelien (leg. H. Leder).

Verbreitung:

X. Kleinasien (Berthold; Blgr.). Brussa (Dickson, v. Maltzan). Lycien (Guérin et Cooke t. Lataste).

5. *Molge vulgaris* (L.) 1761.

Linné, Faun. Suec. p. 281 und Syst. Nat. Vol. 1, 1767 p. 370 (*Lacerta*); Bibron et Bory p. 76, Taf. 15, Fig. 4—5 (*Triton abdominalis*); Berthold p. 5 (*Triton taeniatus*); Erber (2) p. 855 (*Triton taeniatus*); Heldreich p. 77 (*Triton punctatus*); Bedriaga (2) p. 44 (*Triton palustris*); Boulenger (2) p. 14.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 2 Exemplare.

Zwei kleine ♂♂ von nur 65mm Gesammtlänge, aber vollkommen ausgewachsen und brünstig. Von mitteleuropäischen Stücken anscheinend nur verschieden durch die geringere Grösse, die grössere Länge der dritten und vierten Zehe am Fusse und durch die mehr graue Grundfarbe des Körpers. Die mittlere der drei Längsfurchen auf dem Kopfe ist nur nach vorn hin deutlich bemerkbar, der ununterbrochen über Rücken und Schwanz ziehende Kamm ist sehr hoch und gezähnelt, die Hinterzehen sind breit gesäumt. Schwanz mit ganz kurzem, aber spitzem Faden. Bauch und Kehle sind mit grossen, schwarzen Flecken geschmückt, die Schwanzunterseite typisch in der bekannten roth-blau-schwarzen Färbung und Zeichnung. Von der var. *meridionalis* Blgr. verschieden durch weit weniger deutlichen quadratischen Querschnitt des Rumpfes und durch den hohen, gezähnelten Kamm, der dem der typischen Form in keiner Weise nachsteht.

Verbreitung:

III. Phokis, Aetolien und Akarnanien: Parnassos- und Velouchi-Gebirge (v. Heldr., v. Bedr.); Seen von Vrachori (var. *meridionalis*, v. Bedr.).

IV. Messenien: Modhon (Expéd. Morée).

VII. Tinos (Erber).

X. Südlicher Küstenstrich des Schwarzen Meeres (Kessler); Kleinasien, Constantinopel gegenüber (Berthold); Smyrna (A. Müller).

6. *Rana esculenta* L. 1758 var. *ridibunda* Pall. 1771.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 357 (typ.); Pallas, Reise d. versch. Prov. d. russ. Reichs Bd. 1 S. 458 (*ridibunda*); Bibron et Bory p. 74; Fiedler (1) p. 101; Erhard p. 69 (*temporaria*); Erber (2) p. 855; Raulin p. 692; Heldreich p. 76, Camerano, Compt. rend. Assoc. Franç. X, 1881 (Congrès d'Alger) p. 680 (var. *Bedriagae*); Bedriaga (2) p. 54 (subsp. *viridis*); Boulenger (1) p. 38; Boettger in Radde's Fauna und Flora des S.W. Caspigebiets, Leipzig 1886 S. 76.

Umgebung von Athen III (v. Oertzen). 1 junges Stück.

Umgebung des Sees von Dystos, Süd-Euboea VI, 20 März 1887 (v. Oertzen). Zahlreich, aber nur in jungen Thieren.

Andros und Dorf Phelos auf Andros VII, 2. bis 5. April 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück und ein erwachsenes ♂ mit Schallblasenschlitzen.

Creta VIII (v. Maltzan). 1 erwachsenes ♀. Vulgärname »βατραχη« nach Raulin.

Beim Dorfe Kastelo auf Rhodos IX. Mitte Mai 1887 (v. Oertzen). 1 junges Stück.

Auf Kos IX von Hrn. v. Oertzen am 12. Juni 1887 beobachtet.

Beim Dorf Marathokampos auf Samos IX, Ende Juni 1887 (v. Oertzen). Ein starkes ♀.

Smyrna X (v. Maltzan, Dr. Aug. Müller). Zahlreich in beiden Geschlechtern.

Junge Exemplare von Athen und Andros sind abweichend von jungen Stücken der deutschen Normalform durch unregelmässige, körnige Wärzchen und Granulationen, die namentlich nach hinten zu mehr hervortreten, sowie durch etwas weniger ausgedehnte Schwimmhaut, indem das letzte Glied der vierten Zehe stets mehr oder weniger aus der Schwimmhaut herausragt. Der innere Metatarsaltuberkel ist sehr schwach und schmal, wenig über 1^{mm} lang, während der Rest der ersten Zehe $3^1/_2{}^{mm}$ misst. Der Interorbitalraum ist etwa so breit wie das einzelne Augenlid. Grüngrau oder braungrau; keine hellen Rückenstreifen; auf dem Rücken zwei Reihen querovaler, nach hinten grösser werdender, schwarzer Makeln; Hinterbacken gelbweiss ins Röthliche mit groben, schwarzen Flecken und Marmorzeichnungen.

An den jungen Stücken von Dystos, S. Euboea, misst der innere Metatarsaltuberkel $1^1/_2{}^{mm}$ bei 4^{mm} des Restes der ersten Zehe. — Grau, die schwarzen Rückenmakeln klein, rundlich, sehr unregelmässig gestellt. Nur bei einem von 12 Stücken finden sich drei breite, grünlich weisse Längsbinden über den Rücken.

Das erwachsene ♂ vom Dorf Phelos auf Andros hat die Granulation des Rückens und die kürzere Schwimmhaut wie die jungen Stücke von Andros und Athen. — Helle Rückenstreifen fehlen. In der Weiche ausgiebig schwarz auf weissem Grunde gemakelt und marmorirt; Hinterbacken schwarz mit gelblicher Marmorzeichnung. — Kopfrumpflänge (♂) nur 45, innerer Metatarsaltuberkel 2, Rest der ersten Zehe $6^1/_2{}^{mm}$.

Das erwachsene ♀ von Creta ist ausgezeichnet durch auffallend breite, drüsige und etwas heller grau gefärbte Lateralfalte als das dunkle Grau des Rückens. Eine helle Medianlinie fehlt; der Rücken

zeigt vier Reihen schwarzer, ziemlich viereckiger Makeln. Die Unterseite ist nahezu einfarbig elfenbeinweiss.

Bei dem jungen Stücke von Kastelo auf Rhodos misst der innere Metatarsaltuberkel $1^{1}/_{2}$ mm bei einer Kopfrumpflänge von $31^{1}/_{2}$ mm; die Länge des übrigen Theiles der ersten Zehe beträgt $3^{1}/_{4}$ mm. Der Interorbitalraum ist so breit wie das einzelne Augenlid.

Das erwachsene ♀ von Marathokampos auf Samos ist von der griechischen und inselgriechischen Form nicht zu unterscheiden und zeigt keine hellen Rückenlinien. Die Finger sind, wie schon v. Bedriaga für griechische Stücke hervorgehoben hat, merklich schlanker und länger als bei der Stammart. Der Interorbitalraum ist etwas schmäler als das einzelne Augenlid. — Kopfrumpflänge 65, innerer Metatarsaltuberkel $3^{3}/_{4}$ mm bei $10^{1}/_{2}$ mm Länge des übrigen Theiles der ersten Zehe.

Die Stücke von Smyrna endlich sind graugrün oder braungrün, grob schwarz gefleckt. Bald mit, bald ohne breite, gelbe Medianlinie, die beim ♂ wie beim ♀ auftreten kann. Der Bauch ist in beiden Geschlechtern ungefleckt; nur eines der beiden vorliegenden jungen Stücke ist am Bauche grauschwarz bespritzt und punktirt. Der innere Metatarsaltuberkel ist schmal, weich, ziemlich kurz und misst bei Kopfrumpflängen von 68, 73 und 85 mm, bez. 3, $3^{1}/_{2}$ und $4^{1}/_{2}$ mm, während der Rest der ersten Zehe 6, $6^{1}/_{2}$ und $7^{1}/_{2}$ mm Länge beträgt.

Abgesehen von meist geringerer Grösse sind wesentliche Unterschiede aller dieser osteuropäischen und kleinasiatischen Formen von der var. *ridibunda* Pall. nicht vorhanden, von der ich nach eingehendem Vergleiche auch die grosse syrische var. *Bedriagae* Cam. nicht trennen kann.

Verbreitung:

I. Zante (v. Heldr.).

III. Boeotien: Umgebung des Kopaïs-Sees (Fiedler). Attika (v. Bedr.): Umgebung von Athen (v. Bedr., v. Oertzen).

IV. Morea (Expéd. Morée). Argolis: Nauplia (v. Bedr.).

VI. Umgebung des Sees von Dystos, Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Andros (Erhard, v. Oertzen) und Phelos auf Andros (v. Oe.), Tinos (Erber, v. Bedr.), Mykonos (Erhard, v. Bedr.), Syra u. Seriphos (v. Bedr.), Naxos (Erhard) u. Milos (v. Bedr.).

VIII. Creta (v. Maltzan): Khalepa bei Kanea (Raulin).

IX. Kastelo auf Rhodos, Kos und Marathokampos auf Samos (v. Oertzen).

X. Kleinasien (v. Bedr.): Smyrna (v. Maltzan, A. Müller).

7. *Rana Latastei* Blgr. 1879.

Boulenger, Bull. Soc. Zool. France 1879 p. 180; Boulenger ([1]) p. 46.

Beim Dorf Musinitza im Korax-Gebirge III, in etwa 1800^{m} Meereshöhe, Mitte August 1887 (v. Oertzen). 2 fast erwachsene und 2 junge Exemplare.

Hinterbein mit dem Tibiotarsalgelenk die Schnauze weit überragend. Trommelfell von halber Augengrösse. Rückenhaut mehr oder weniger deutlich grob und unregelmässig granulirt. — Die ganze Kopfunterseite und ein Theil der Vorderbrust bis auf eine helle Mittellinie dicht und sehr grob braun oder schwarzgrau gefleckt oder marmorirt. Unterseite der Oberschenkel lebhaft fleischroth.

Neu für Griechenland und bis jetzt nur bekannt aus ganz Oberitalien (Boulenger) und aus dem Gebirgsland von Bosnien (leg. et comm. M. v. Kimakowicz).

Verbreitung:

III. Grenze von Aetolien und Doris: Korax-Gebirge bei Musinitza (v. Oertzen).

8. *Rana agilis* Thom. 1855.

Thomas, Ann. Sc. Nat. (4) Tome 4 p. 365, Taf. 7; Boulenger, Bull. Soc. Zool. France 1879 p. 158 und 1886, S. A. p. 5; Bedriaga ([2]) p. 61 (*temporariae subsp.*); Boulenger ([1]) p. 46.

In der Nähe von Avlona, Albanien II, 2. März 1887 (v. Oertzen). Ein erwachsenes Stück.

Trommelfell fast so gross wie das Auge; $^{2}/_{3}$-Schwimmhaut. — Keine dunklen Flecken auf Kinn und Vorderbrust; nur der Unterkieferrand mit grauen Fleckchen gewürfelt. — Kopfrumpflänge 58, Hintergliedmaassen 118, Tibia (im Fleisch) 40^{mm}.

Ausser von Griechenland in Europa bekannt aus Frankreich, Elsass, Schweiz, Norditalien, Erzherzogthum Österreich, Siebenbürgen, Dalmatien (De Betta) und Bosnien (leg. M. v. Kimakowicz).

Verbreitung:

II. Albanien: Avlona (v. Oertzen).

III. Phokis: Parnass-Gebirge (v. Bedr. t. Boulenger).

IV. Morea (de l'Isle).

9. *Bufo viridis* Laur. 1768.

Laurenti, Synops. Rept. p. 27, 111, Taf. 1; Bibron et Bory p. 75, Taf. 15, Fig. 2—3; Erhard p. 93; Erber ([2]) p. 855 (*variabilis*);

de Betta p. 80; Raulin p. 692; Heldreich p. 76; Bedriaga (2) p. 64 (*variabilis*); Boulenger (1) p. 297; F. Müller, Kat. Herp. Samml. Basel, III. Nachtr. 1883 S. 7 und F. Müller S. 258.

Creta VIII (v. Maltzan), häufig. Heisst nach Raulin daselbst »ζαμβα«.

Lasithi-Gebirge, Creta VIII, 27. April 1887 (v. Oertzen).

Nikaria IX, 7. bis 12. Juli 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 9 Exemplare.

Auf Creta lebt die Art an vielen Punkten im Gebirge in durchaus typischer Form. Die Unterseite scheint daselbst in beiden Geschlechtern immer durchaus ungefleckt, einfarbig gelbweiss zu sein. Das Stück von Nikaria ist oben olivengrün mit zahlreichen, runden, schwarzen Flecken, die im Centrum je ein ziegelrothes Drüsenwärzchen tragen, der Bauch zeigt schwarze Punktflecken.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (v. Bedr.): Corfu (de Betta).
III. Attika (F. Müller): Tatoi im Pentelikon-Gebirge (v. Bedr.). Akarnanien: Agrinion (F. Müller).
IV. Morea (v. Heldr.). Messenien: Modhon (Expéd. Morée).
VII. Tinos (Erber), Syra (v. Bedr.) und Naxos (Erhard).
VIII. Creta (v. Maltzan): Kladiso, Omalos in 1050^{m} (Raulin); Lasithi-Gebirge (v. Oertzen).
IX. Nikaria (v. Oertzen).
X. Kleinasien (Steindachner): Xanthus (Blgr.), Smyrna (A. Müller) und Cilicischer Taurus (Blgr.).

10. *Bufo vulgaris* Laur. 1768.

Laurenti, l. c. p. 28; Bibron et Bory p. 75, Taf. 15, Fig. 1 (*vulgaris* und *palmarum*); Bedriaga (2) p. 66; Boulenger (1) p. 303.

Vom Kowari, dem höchsten Berge auf Andros VII, 5. April 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Bei Marathokampos auf Samos IX, Ende Juni 1887 (v. Oertzen). Ein junges Exemplar.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Ein erwachsenes Exemplar.

Die Füsse zeigen halbe Schwimmhaut, die Subarticulartuberkel sind doppelt. Alle untersuchten Exemplare besitzen die ausgesprochene Andeutung einer Tarsalfalte. Das Stück von Smyrna ist mit grossen, spitzigen Warzen bedeckt; bei dem von Andros ist die Kehlmitte, der Bauch namentlich an den Seiten und eine Querlinie vor dem After orangeroth, die Bauchmitte ist grob schwarz genetzt. — Kopf-

rumpflänge des Stückes von Andros 55, von Samos 42, von Smyrna 100mm.

Verbreitung:

I. Zante (v. Heldr.).

III. Attika (v. Bedr.): Athen (Blgr.) und Tatoi im Pentelikon-Gebirge (v. Bedr.).

IV. Morea (v. Heldr.). Arkadien: Ruinen von Megalopolis und Katavroton in der Ebene von Frankovrysi (Expéd. Morée).

VII. Berg Kowari auf Andros (v. Oertzen).

IX. Marathokampos auf Samos (v. Oertzen).

X. Smyrna (A. Müller).

11. *Hyla arborea* (L.) typ. 1767.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 357 (*Rana*); Bibron et Bory p. 74 (*viridis*); Erber ([2]) p. 855; Heldreich p. 76; Bedriaga ([2]) p. 61; Boulenger ([1]) p. 379; Boettger in Radde's Fauna und Flora d. S.W. Caspigebiets 1886 S. 79; F. Müller p. 258.

Umgebung von Karystos, Süd-Euboea VI, Ende März 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Kanea auf Creta VIII (v. Maltzan), mehrere Stücke.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 6 Exemplare.

Das Stück von Karystos zeigt die für den Typus charakteristische Hüftschlinge und ist, abgesehen von der etwas bedeutenderen Grösse (36mm Kopfrumpflänge) nicht verschieden von der deutschen Form.

Die cretischen, von Kanea stammenden Exemplare besitzen ebenfalls, wie die mittel- und nordeuropäische Form, eine sehr markirte und oft recht breite, weiss eingefasste Hüftschlinge; nur der dunkle Streif an den Kopfseiten ist schmäler, linienförmig und meist vor dem Auge allein breiter und deutlicher entwickelt. Das ♀ zeigt oft vereinzelte, schwarze Punktfleckchen auf dem Rücken und erreicht bedeutende Dimensionen (45—48mm Kopfrumpflänge).

Die Stücke von Smyrna theilen sich in zwei Farbenvarietäten, eine grüne und eine graue; beide liegen in je 3 Exemplaren vor. Beide Farbenspielarten zeichnen sich vor der nord- und mitteleuropäischen Form aus durch bedeutendere Grösse, durch die Breite des dunklen Seitenstreifs am Kopfe und durch die ebenfalls grössere Breite der dunklen, lebhaft weiss gesäumten Hüftschlinge. Bei der grauen Form ist auch die Kopfunterseite entweder ganz schwärzlich

gepudert, oder es treten nur die Drüsengranulationen als weissliche Fleckchen aus der dunklen Umgebung hervor.

Verbreitung:

I. Corfu (Boulenger).

III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller). Attika (v. Heldr.): Tatoi im Pentelikon-Gebirge (v. Bedr.).

IV. Morea (v. Heldr.). Arkadien (Expéd. Morée). Messenien: Modhon (Expéd. Morée).

VI. Karystos in Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Tinos (Erber) und Naxos (v. Bedr.).

VIII. Kanea auf Creta (v. Maltzan).

X. Kleinasien (Tchihatchef; var. *Savignyi* Aud., Blgr.): Smyrna (typ., A. Müller), Giaour Dagh (typ , Blgr.).

II. Reptilia.

12. *Gymnodactylus Kotschyi* Stdchr. 1870.

Steindachner, Sitz. Ber. Math. Nat. Cl. Wien LXII, Bd. 1 S. 329; Bibron u. Bory p. 69, Taf. 11, Fig. 3 (*Stenodactylus guttatus*); Erber ([1]) p. 826 (*geccoides*); Boettger, Ber. Senckenbg. Nat. Ges. 1879 S. 75; Bedriaga ([2]) p. 80; Boulenger ([3]) p. 29; Stussiner und Boettger, Jahrb. d. d. Malakoz. Ges. 1885 S. 151.

Andros VII, 2. bis 5. April 1887 (v. Oertzen). 4 junge Stücke.

Tinos VII, 4. April 1887 (v. Oertzen). 3 ♀♀.

Mykonos VII, Mitte April 1887 (v. Oertzen). 1 ♀.

Syra VII, 15. April 1887 (v. Oertzen). 1 ♀.

Naxos VII, Anfang März 1885 (v. Oertzen). 3 ♂♂.

Symi, Südl. Sporaden IX, 6 bis 7. Juni (v. Oertzen). 2 ♀♀, 1 junges Stück.

Nikaria IX, 7. bis 12. Juli 1887 (v. Oertzen). 1 ♀.

Alle vorliegenden ♂♂ zeigen 4 Praeanalporen. Das grösste ♀ von Nikaria misst Kopfrumpflänge 50, Schwanzlänge 52, Totallänge 102^{mm}.

Auch auf der Insel Chalki, westlich von Rhodos IX, wurden am 18. Mai 1887 Geckonen beobachtet; es bleibt aber fraglich, ob dieselben zu *Gymnodactylus* oder zu *Hemidactylus* gehören (v. Oertzen).

Verbreitung:

II. Thessalien: Ossa-Gebirge (Stuss. und Bttgr.).

III. Akarnanien: Am See von Agrinion (v. Bedr.). Attika: Tatoi im Pentelikon-Gebirge (v. Bedr.).

IV. Morea (Expéd. Morée, Strauch). Lakonien: Taygetos-Gebirge (v. Bedr.).

VI. Insel Petali (v. Bedr.).

VII. Andros (v. Oertzen), Tinos und Mykonos (v. Bedr., v. Oertzen), Syra (Erber, v. Bedr., Strauch, v. Oertz.), Naxos (v. Oertz.) und Milos (v. Bedr., Blgr.).

IX. Inseln Symi und Nikaria (v. Oertzen).

X. Natolien: Nisib (Boettger).

13. *Gymnodactylus Oertzeni* n. sp.

Char. Peraffinis *G. Kotschyi* Stdchr., sed seriebus longitudinalibus tuberculorum dorsi solum 6—8, tuberculis ipsis haud longioribus quam latioribus, triangulari-circularibus neque oblongis. Series longitudinales squamarum ventris 20—25 nec 25—30. Supralabialia 7—8, infralabialia 6—7. Pori praeanales maris aut 2 (ins. Kasos) aut 4 (ins. Karpathos). Cauda annulis tuberculorum carinatorum, vix aut non spinosorum armata, plerumque regenerata.

Hab. Kasos IX, 10. Mai 1887 (v. Oertzen). 3 ♂♂, 4 ♀♀, 1 Junges.

Armathia, nordwestlich von Kasos IX, 9. Mai 1887 (v. Oertz.). 3 ♀♀, 1 Junges.

Karpathos IX, Mitte Mai 1887 (v. Oertz.). 1 ♂, 1 ♀, 1 Junges.

Maasse:

	Karpathos ♂	Kasos ♀	Armathia ♀	Karpathos ♀
Totallänge	—	81½	—	85½ mm
Kopflänge	14	12½	12½	12½ »
Kopfbreite	9½	8	10	8½ »
Rumpflänge	28	25½	25½	25½ »
Vordergliedmaassen	16	14	15	14½ »
Hintergliedmaassen	21	19	20	19½ »
Schwanzlänge	—	43½	—	47½ »

Verglichen mit *G. Kotschyi* Stdchr. ist der Kopf etwas höher und die Schnauze meist auch etwas kürzer und spitzer, kaum zweimal so lang wie der Augendurchmesser, während bei *G. Kotschyi* dieselbe gewöhnlich stumpfer und mehr als doppelt so lang ist wie der Augendurchmesser. Supralabialen 7—8, Infralabialen 6—7, die ge-

nannten kleineren Zahlen häufiger als die grösseren. Körper kleiner, gedrungener, Vordergliedmaassen die Schnauze, Hintergliedmaassen die Achsel erreichend. Dorsaltuberkel klein, etwa doppelt so gross als die Schüppchen ihrer Umgebung, rundlich-dreieckig, alle so breit wie lang, schwächer gekielt, in stets nur 6—8 Längsreihen, in letzterem Falle die äussere Reihe sogar gewöhnlich etwas undeutlich. Abdominalschüppchen grösser, in 20—25 Längsreihen. Schwanz wie bei *G. Kotschyi*, aber die Ringel nur mit gekielten, nicht mit stacheligen Tuberkeln; im Übrigen auffallend häufig regenerirt. Die ♂♂ von Kasos besitzen constant 2, die von Karpathos 4 Praeanalporen. Sonst in der Pholidose übereinstimmend. — Färbung ebenfalls wie bei *G. Kotschyi*, mit oder ohne winkelige, dunkle Querbinden.

Wenn es auch sicher scheint, dass die vorliegende Form nur eine Lokalrasse des *Gymnodactylus Kotschyi* Stdchr. ist, die sich im Laufe langer Isolirung von demselben abgezweigt und constante Charaktere angenommen hat, so glaube ich doch, dass sie bereits als selbständige Species betrachtet werden darf, da die zahlreich vorliegenden Stücke keine Übergänge mehr zum Typus, sei es zu den Stücken der Cykladen, sei es zu denen der Südlichen Sporaden, erkennen lassen. Da *Gymnodactylus* auf Creta wie auf Rhodos jetzt zu fehlen scheint, ist eine erneute Einschleppung von diesen am nächsten im Westen wie im Osten gelegenen Inseln ausgeschlossen, und die Entstehung einer neuen Art um so mehr erleichtert gewesen. Alle drei Heimathsinseln der neuen Form aber — Kasos, Armathia und Karpathos — bilden bekanntlich eine eng verknüpfte Gruppe, die ihre Bewohner wohl jederzeit mit oder ohne Vermittelung des Menschen ohne grössere Schwierigkeit hat austauschen können. Interessant ist ausserdem, dass die Form des am weitesten von dem kleinasiatischen Verbreitungsgebiet des *G. Kotschyi* vorgeschobenen Inselpostens Kasos beim Männchen bereits constant (in allen drei gefangenen ♂♂) nur 2 Praeanalporen zeigt, während das Männchen der näher gelegenen Insel Karpathos noch die 4 Poren der Stammart behalten hat. Die grösste Formabweichung zeigt sich also hier, wie in so vielen Fällen, zunehmend mit der räumlichen Entfernung. Zu bemerken bleibt freilich noch, dass auch ein ♂ von *G. Kotschyi* Stdr. aus Nisib in Natolien in der Senckenberg'schen Sammlung nur 2 Praeanalporen besitzt.

Neben *Ablepharus* ist dies nach Hrn. von Oertzen das einzige auf den Inseln Kasos und Armathia vorkommende Reptil; auch die Eingeborenen kennen dort weder *Lacerta* noch *Agama stellio*. Ebenso konnten auf Karpathos Lacerten und Agamen nicht angetroffen werden; doch sollen nach Angabe der Einwohner beim Dorf Elymbos

im nördlichen Theile dieser Insel Frösche und fraglich Stellionen gefunden werden.

Verbreitung:

IX. Kasos, Armathia und Karpathos (v. Oertzen).

14. *Hemidactylus Turcicus* (L.) 1767.

Linné, System. Nat. Vol. 1 p. 362 (*Lacerta*); Bibron et Bory S. 68, Taf. 11, Fig. 2 (*verruculatus*); Fitzinger, Syst. Rept. I, 1843, S. 105 (*verruculatus*); Gray, Cat. Liz. Brit. Mus., 1845, p. 154 (*verruculatus*); Erhard S. 83 (*triedrus*); Raulin S. 692 (*verruculatus*): Boettger S. 57; Bedriaga (2) p. 91; Boettger, 22/23. Ber. Offenbacher Ver. für Naturk., 1883, S. 152 (*verruculatus*); Boulenger (3) S. 126; Strauch, Mém. Acad. St.-Pétersbourg (7) Tome 35 No. 2, 1887, p. 32.

Umgebung von Karystos, Süd-Euboea VI, Ende März 1887 (v. Oertzen). 1 junges Stück.

Naxos VII, Anfang März 1885 (v. Oertzen). 1 junges Stück.

Kanea auf Creta VIII (v. Maltzan). 2 Exemplare.

Nikaria IX, 7. bis 12. Juli 1887 (v. Oertzen). 1 ♂.

Karien X, 8. bis 9. Juni 1887 (v. Oertzen).

Typisch in Form und Färbung; das ♂ von Nikaria besitzt 7 Analporen.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (Boettger).

III. Akarnanien (v. Bedr.). Attika: Athen (v. Bedr.).

IV. Messenien: Modhon (Expéd. Morée). Argolis: Argos und Akrokorinth (Expéd. Morée).

VI. Karystos in Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Cykladen (Erhard): Syra (Strauch) und Naxos (v. Bedr., v. Oertzen).

VIII. Khalepa bei Kanea (Raulin), Kanea (v. Maltzan).

IX. Nikaria (v. Oertzen).

X. Xanthus (Gray); Karien (v. Oertzen); Smyrna (Bttgr., Blgr.); Natolien (Fitzinger).

15. *Tarentola Mauritanica* (L.) 1758.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 ed. 10 p. 202 (*Lacerta*); Bedriaga (2) p. 93; Boulenger (3) p. 196.

Kandia und Kanea auf Creta VIII (v. Maltzan).

Typisch in Form und Färbung.

Verbreitung:

VIII. Hagios-Muron (v. Bedr.), Kandia und Kanea (v. Maltzan) auf Creta.

16. *Agama stellio* (L.) 1767.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 361 (*Lacerta*); Tournefort, Relation d'un Voy. au Levant, Lyon 1718 p. 373; Bibron et Bory p. 68, Taf. 11, Fig. 1 (*Stellio vulgaris*); Fiedler ([2]) p. 192, 283 (*St. vulgaris*); Erhard p. 82, 93 (*St. vulgaris*); Erber ([3]) p. 904 (*St. vulgaris*); Raulin p. 692 (*St. vulgaris*); Boettger p. 57 (*St. vulgaris*); Bedriaga ([2]) p. 94 (*St. cordylinus*); Boettger, 22./23. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1883 S. 152 (*St. vulgaris*); Boulenger ([3]) p. 368.

Mykonos VII, 11. bis 13. April 1887 (v. Oertzen). 2 halbwüchsige Exemplare.

Rhodos, an verschiedenen Punkten, 19. Mai 1887, Chalki, westlich von Rhodos, 18. Mai 1887, Symi, nördlich von Rhodos, 6. und 7. Juli 1887, Samos, 23. Juni 1887 und Nikaria, 6. Juli 1887, IX (v. Oertzen nach Tagebuchnotizen).

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). 2 Stücke.

Typisch in Form und Färbung. — Tournefort und Olivier geben die Art, die nach Raulin den Vulgärnamen κορκοδιλος führt, aus Creta an; aber die sämmtlichen neueren Reisenden, wie Raulin, v. Maltzan und v. Oertzen verneinen bestimmt das Vorkommen daselbst, und auch die Einwohner von Creta wissen absolut nichts von demselben. Die Art ist also für Creta definitiv zu streichen. Auch der Fundort Kephallonia (Erhard) ist ebenfalls sicher irrig; vergl. auch Heldreich S. 67, Anm.

Verbreitung:

VII. Delos (Tournef., Fiedl., Expéd. Morée), Mykonos (dieselben und Erhard, v. Bedr., v. Oertzen), Antiparos (Fiedl., v. Bedr.), Paros (v. Bedr.) und Naxos (Fiedl., Erhard, v. Bedr.).

IX. Rhodos (Erber, v. Oertzen), Chalki, Symi, Samos und Nikaria (v. Oertzen), Chios (Boettger).

X. Xanthus (Blgr.); Smyrna (Boettger) und Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke); Zebil im Bulghar Dagh des Cilicischen Taurus, in 4000′ Höhe (Blgr.).

17. *Ophisaurus apus* (Pall.) 1772.

Pallas, Reise d. versch. Prov. d. russ. Reichs Bd. 3 S. 702 (*Lacerta*); Bibron et Bory p. 70, Taf. 12, Fig. 1 u. Taf. 13, Fig. 2 (*Pseudopus Pallasi*)

und p. 70, Taf. 12, Fig. 2 (*Ps. d'Urvillei*); Fiedler ([2]) p. 588 (*Bipes Pallasi*); Berthold p. 9 (*Ps. serpentinus*); A. Duméril p. 144 (*Ps. Pallasi*); Erhard p. 83 (*Ps. Pallasi*); Heldreich p. 69 (*Ps. Pallasi*); Bedriaga ([1]) p. 7 (*Ps. Pallasi*); Bedriaga ([2]) p. 78 (*Pseudopus*); Boulenger ([4]) p. 280.

In der Nähe von Karystos in Süd-Euboea VI, 26. März 1887 (v. Oertzen). Ein Stück, das leider auf der Reise entwischte.

Verbreitung:

III. Akarnanien (v. Bedr.). Aetolien (v. Heldr.). Attika (v. Heldr.): Athen (A. Duméril) und Tatoi im Pentelikon-Gebirge (v. Bedr.).
IV. Morea (Expéd. Morée, A. Dum.).
VI. Karystos (v. Oertzen) und Ocha-Gebirge (Fiedler) in Süd-Euboea.
VII. Naxos (Erhard).
IX. Kos (A. Duméril).
X. Xanthus (Gray) und Angora (Berthold).

18. *Anguis fragilis* L. 1767.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 392; Bibron et Bory p. 71; Erber ([2]) p. 855; Bedriaga ([2]) p. 69 (var. *Graeca*); Boettger, Zool. Jahr. Ber. Neapel 1885, IV S. 142; F. Müller p. 286; Boulenger ([4]) p. 297.

Umgebung von Volo, Thessalien II (J. Stussiner), ein junges Stück.

Brussa X (v. Maltzan), mehrere Stücke.

Typisch in Form und Färbung.

Verbreitung:

II. Thessalien: Ossa-Gebirge (Boettger), Volo (J. Stussiner).
III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller). Phokis: Parnass-Gebirge (v. Bedr.).
IV. Morea (Expéd. Morée).
VII. Tinos (Erber).
X. Brussa (v. Maltzan).

19. *Blanus Strauchi* v. Bedr. 1884.

v. Bedriaga, Arch. f. Naturgesch. 1884 S. 23, Taf. 4 und Zool. Anzeiger 1884 S. 346 (*Amphisbaena*); Erber ([3]) p. 904 (*cinereus*); Boulenger ([4]) p. 334.

Rhodos IX (Th. Loebbecke). 1 Exemplar.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Zahlreich.

Das Stück von Rhodos zeigt 111 Querringel am Rumpf, 19 auf dem Schwanze und besitzt 3—3 Praeanalporen. Nach meinen Zäh-

lungen an 63 Exemplaren aus Smyrna ist die Zahl der Praeanalporen 4—4 die gewöhnliche (48 Procent), dann folgen die Zahlen 4—5 (17 Procent), 5—5 (10 Procent) und 3—4 (10 Procent), 4—3 (6 Procent) und 3—3 (6 Procent) und endlich 5—4 (2 Procent) und 3—5 (1 Procent).

Den Fundort Creta (v. Bedr.) halte ich noch für fraglich.

Verbreitung:

IX. Rhodos (Erber, v. Bedr., Th. Loebbecke).

X. Arsus (v. Bedr.); Magnesia (v. Bedr.); Smyrna (v. Bedr., A. Müller); Thal des Maeander (Blgr.).

20. *Lacerta viridis* (Laur.) 1768 var. *major* Blgr. 1887.

Laurenti, Syst. Rept. p. 62 (*Seps*); Bibron et Bory p. 66, Taf. 10, Fig. 1; Fiedler (1) p. 19, 58; Gray, Cat. Liz. Brit. Mus. 1845 p. 31; A. Duméril p. 121; Erhard p. 80 (*viridis*) und p. 81 (*quinquevittata*); Erber (2) p. 855; Erber (3) p. 904; Raulin p. 692; Heldreich p. 68; Bedriaga (1) p. 7; Bedriaga (2) p. 100; Bedriaga (3) p. 98, 104; Boulenger (5) p. 16 (var.); F. Müller p. 285.

Umgebung von Karystos in Süd-Euboea VI, Ende März 1887 (v. Oertzen). Ein erwachsenes und 2 junge Stücke.

Insel Keos VII, 11. März 1887 (v. Oertzen). 2 Junge.

Creta VIII (v. Maltzan). Ziemlich selten; mehrere Exemplare. Vulgärname nach Raulin hier γουστερίτζα.

Bei Viano in Creta VIII, 25. April 1887 (v. Oertzen). 2 halbwüchsige Stücke.

Lasithi-Gebirge auf Creta VIII, 27. April 1887 (v. Oertzen). Ein erwachsenes, 2 mittelwüchsige und 6 junge Thiere.

Brussa X (v. Maltzan). Junge Exemplare.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 5 junge Stücke.

Allen vorliegenden Stücken gemeinsam ist eine Reihe von Körnern zwischen Supraciliaren und Supraocularen. Das Occipitale ist breiter als das Interparietale. Das Tympanale ist deutlich.

Die Exemplare von Karystos zeigen 53 Schuppen um die Körpermitte. 8 Reihen Ventralen, die Schuppen der äussersten Reihe ziemlich klein und undeutlich. — Jung sind sie braun mit 5 schmalen, gelben Rückenstreifen, deren äusserster in 10—12 schwarze, weissgeaugte Ocellen aufgelöst ist. Bei älteren Jungen verschwinden die drei hellen mittleren Rückenstreifen ganz, und es bleibt nur die seitliche Ocellenreihe (bei einem der vorliegenden Stücke links z. B. mit 8, rechts mit 6 Augenflecken), deren hintere Ocellen bei jeder Häutung mehr und mehr zu verschwinden scheinen, so dass schliesslich nur

die beiden vordersten Ocellen übrig sind. Alte Stücke von hier zeigen sich einfarbig grünlichbraun, an den Kinn- und Halsseiten bläulich; ein weisser, schwarzumrandeter Augenfleck steht vor der Arminsertion, ein zweiter in der Achselgrube. Unterseite einfarbig beingelb. — Kopf bis zum Halsband 35, Rumpf 64, Schwanz 219^{mm} lang; Totallänge 318^{mm}.

Eines der Stücke von Keos ist fünfstreifig wie die Jugendform aus Süd-Euboea, das andere von gleicher Grösse aber (Kopfrumpflänge 42, Schwanzlänge 86^{mm}) ist bereits einfarbig, dunkelbraun, ohne jede Spur von hellen Streifen, und nur geschmückt mit 3 hellblauen, in eine Längsreihe gestellten Rundflecken an der Halsseite vor der Insertion der Vordergliedmaassen.

Bei den Stücken aus dem Lasithi-Gebirge in Creta zähle ich 58—59 Schuppen quer um die Rumpfmitte. 8 Ventralreihen, die Schilder der äussersten Reihe klein, dreieckig. 14—14 und 15—15 Schenkelporen. — Jung und halberwachsen dunkelbraun mit fünf schmalen, weissgrünen Längslinien; der äusserste Streif stets in 12 bis 15 Ocellenflecke aufgelöst. Auch Stücke von 230^{mm} und ♀♀ von 294^{mm} Totallänge tragen noch dieses braune, fünfstreifige Kleid. Ganz alte ♀♀ sind oben olivengrün, über und über fein schwarz punktirt; die Streifen und Ocellen sind auch dann noch vorhanden, aber höchstens etwas heller grün und nur durch die sie einfassenden schwarzen Säume von der Grundfarbe deutlicher abgehoben. — Maasse eines mittelwüchsigen ♀: Kopf bis zum Halsband 30, Rumpf 57, Schwanz 207^{mm} lang; Totallänge 294^{mm}.

Die halbwüchsigen Stücke von Viano auf Creta gleichen den gleichgrossen Exemplaren der vorigen Form sehr, aber das Braun der Grundfarbe hat bereits einem graulichen Grün Platz gemacht, und die hellen Streifen des Rückens sind breiter. Das Tympanale ist ausnahmsweise schmal und undeutlich. 57—65 Schuppen um die Rumpfmitte.

Die von Hrn. von Maltzan auf Creta gesammelten Exemplare sind in der Jugend ebenfalls olivenbraun mit fünf schmalen, gelbgrünen oder schwefelgelben Längslinien, deren äusserste in etwas höherem Alter stets in Rundfleckchen aufgelöst erscheint. Erwachsen ist sie einfarbig grüngelb, jede Schuppe mit einem kleinen, schwarzen Fleckchen; der Unterkiefer und die Halsseiten sind bläulich, die übrige Körperunterseite goldgelb. — Kopf bis zum Halsband 35, Rumpf 77, Schwanz 240^{mm} lang; Totallänge 352^{mm}.

Auch die Jugendform von Brussa zeigt braune Tracht mit fünf gelben Längsstreifen.

Die Stücke von Smyrna besitzen sämmtlich nicht über 175^{mm} Gesammtlänge. 8 Reihen Ventralen. — Braungrau oder grüngrau mit

fünf weissgrünen Längsstreifen; Unterseite grünlichweiss, Kopf und Hals an den Seiten grüngelb.

Auf Rhodos endlich soll eine grössere Lacerten-Art neben *L. Danfordi* Gthr. vorkommen, die wohl nur die schon von Erber und Boulenger erwähnte *L. viridis* (Laur.) sein kann; Hr. von Oertzen bekam dieselbe aber nirgend zu Gesicht.

Verbreitung:

I. Corfu (A. Duméril, de Betta, v. Bedr.). Kephallonia (v. Bedr.). Zante (v. Heldr.).

II. Albanien (Lataste t. v. Bedr.).

III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller). Phokis: Parnassos-Gebirge (v. Bedr.). Megaris: Eleusis (v. Bedr.). Attika (v. Heldr., v. Bedr.): Umgebung von Athen (v. Bedr.) und speciell im Olivenwald am Kephissos (Fiedler), Ebene von Marathon (v. Bedr.), Laurion-Gebirge (v. Bedr.) und bei Legrana, nahe Cap Kolonnaes (Fiedler).

IV. Morea (Expéd. Morée). Argolis: Nauplia (v. Bedr.). Lakonien (v. Heldr.).

VI. Karystos in Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Andros (v. Bedr.), Tinos (Erber, v. Bedr.), Mykonos (Erhard, v. Bedr.), Keos (v. Oertzen), Syra (Erhard, v. Bedr., Blgr.), Seriphos, Naxos und Milos (v. Bedr.).

VIII. Creta (A. Dum., v. Maltzan): Khalepa bei Kanea (Raulin), Viano und Lasithi-Gebirge (v. Oertzen).

IX. Sporaden (v. Bedr.): Rhodos (Erber, Boulenger).

X. Xanthus (Gray), Smyrna (Blgr., A. Müller), Brussa (Steindachner, v. Maltzan), Scutari (v. Bedr.), Zebil Bulghar Dagh im Cilicischen Taurus in 4000′ Höhe (Blgr.).

21. *Lacerta muralis* (Laur.) typ. 1768.

Laurenti, l. c. p. 61, Taf. I, Fig. 4 (*Seps*); Bibron et Bory p. 66; Erhard p. 80; Erber (2) p. 855 (*Merremi*); Raulin p. 692; Heldreich p. 68 (*Taurica* part. und *muralis*); Bedriaga (2) p. 121 (subsp. *fusca* und *Neapolitana*); Bedriaga (3) p. 200 (subsp. *fusca* und *Neapolitana* part.); Boulenger (5) p. 29.

Korax-Gebirge beim Dorf Musinitza III, in 1800m Meereshöhe, Mitte August 1887 (v. Oertzen). 3 Stücke.

Karystos auf Süd-Euboea VI, Ende März 1887 (v. Oertzen). 2 Stücke.

Berg Kowari auf Andros VII, 2. bis 5. April 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Tinos VII, 4. April 1887 (v. Oertzen). 3 ♀♀.

Mykonos VII, 11. bis 13. April 1887 (v. Oertzen). 3 ♂♂, 2 ♀♀.

Syra VII, 15. April 1887 (v. Oertzen). 1 ♀.

Creta VIII (v. Maltzan). Mehrere Stücke.

Umgebung von Kanea auf Creta VIII, 18. April 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Der Insel Standia gegenüber, bei Kandia auf Creta VIII (v. Maltzan). Mehrere Stücke.

Insel Standia nördlich von Creta VIII (v. Maltzan). 2 Stücke.

Insel Elasa östlich von Creta VIII, 7. bis 8. Mai 1887 (v. Oertzen). 2 Stücke.

Vorausgeschickt sei, dass alle genannten Stücke mit Sicherheit zur Form *fusca* Bedriaga's, d. h. zum Typus der Art zu zählen sind.

Die Stücke vom Korax-Gebirge haben deutliches Masseterschild und 62—64 Schuppen quer um die Rumpfmitte. — Grünlich grau oder graugrün mit Bronceschimmer; Rückenzone fein schwarz punktirt oder ein aus schwarzen Punkten gebildeter Medianstreif; ein breites, meist mehr graulich gefärbtes Seitenband. Unterseite rosa oder fleischroth, Kopfunterseite bläulich. Äusserste Ventralreihe mit schwarzen Punkten. Diese Form stimmt namentlich gut überein mit der gleichfalls rothbäuchigen Form (*fusca*) der Umgebung Sarajevo's in Bosnien.

Die Mauereidechse von Karystos in Süd-Euboea besitzt 63 bis 70 Schuppen um die Rumpfmitte und ist in der Färbung ebenfalls eine sichere *Fusca*-Form. Die Grundfarbe ist bräunlichgrau mit Bronceschimmer; auf dem Rücken stehen vier Längsreihen unregelmässiger, subquadratischer, kleiner, schwarzer Flecke. Die Labial- und Mentalschilder zeigen schwarze Ränder; kleine schwarze Punkte finden sich auf der Kehle oder wenigstens an den Halsseiten. Die Unterseite ist weissgrün, ungefleckt, doch ist beim erwachsenen ♂ (von bis zu 73^{mm} Kopfrumpflänge) die Bauchmitte meist rosa, und die Halsseiten und die äusserste Ventralreihe zeigen sich blau mit verloschenen, schwarzen Fleckchen. Im Übrigen ist diese Form von Euboea namentlich mit den Stücken von Mykonos gut übereinstimmend.

Das ♀ von Syra hat die Tracht einer typischen *fusca*, bräunlichgrau, jederseits mit zwei weisslichen, dunkelgrau oder schwärzlich begrenzten Längsstreifen; die Unterseite zeigt sich einfarbig elfenbeinweiss. 63 Schuppen quer um die Rumpfmitte.

Die Form von Mykonos ist der vorigen ähnlich, aber in der Rückenmitte überdies (beim ♂) schwarz reticulirt oder (beim ♀) punktirt und im Ganzen von bedeutenderer Grösse. Kinnseiten, Brust und Schwanzbasis leuchten beim ♂ schwefelgelb oder orangeroth;

erstere, wie auch die Labialschilder, tragen meist einige schwarze Flecken. Unterseite im Übrigen stets einfarbig. Beim ♂ ist das Masseterschild deutlich, beim ♀ fehlt es (wenigstens in den vorliegenden Stücken). 69 Schuppenreihen quer um die Rumpfmitte.

Die Stücke von Tinos stimmen ganz mit der Form von Syra überein, aber die Nackenregion hat hell blaugrünen Anflug. 65 bis 69 Schuppenreihen quer um die Rumpfmitte. v. Bedriaga scheint diese Form zu seiner subsp. *Neapolitana* (vergl. Bedriaga (2) p. 125) zu rechnen, was absolut nicht angeht, da die Mauereidechse von Tinos durch alle Übergänge in der Farbe und namentlich in der Farbenzeichnung mit der von Syra zusammenhängt und sich auch in der Beschuppung von ihr in Nichts unterscheidet.

Die Eidechse von Andros ist eine auffallend dunkle, fast melanotische *Fusca*-Form. Das Masseterschild ist deutlich: die Rumpfmitte lässt 78 Querreihen von Schuppen zählen. Die Oberseite ist dunkel braungrau, sehr undeutlich schwarz reticulirt, die Unterseite einfarbig gelblich. Labialen und Kinnseiten sind bläulich mit schwärzlichen Flecken, die äusserste Ventralreihe zeigt trübe, blau-schwarze Augenflecke.

Alle diese aus Mittelgriechenland, von Euboea und von den Cykladen stammenden Mauereidechsen beweisen mir durch ihre gleichmässige Grösse, durch ihre unmerklichen Übergänge in der Beschuppung und namentlich durch ihre auffallende Übereinstimmung in den Motiven der Körperzeichnung, dass an den genannten Örtlichkeiten nur eine Subspecies im Sinne Bedriaga's vorkommt, die ich trotz der mitunter grossen Schuppenzahl (Andros), trotz der theilweise am Hals und auf dem Vorderrücken grünlichen Färbungen (Tinos) und trotz manchmal ansehnlicher Grösse (Euboea) von der Stammform (= *fusca* v. Bedr.) abzutrennen nicht im Stande bin, und jedenfalls unter keinen Umständen zur var. *tiliguerta* Gmel. (= *Neapolitana* v. Bedr.) ziehen kann.

Das Stück von Kanea ist eine kleine *Fusca*-Form mit deutlichem Masseterschild und 62 Schuppenreihen quer um die Rumpfmitte. Sie ist braun und zeigt auf dem Nacken und auf der ersten Schwanzhälfte einen deutlichen blaugrünen Anflug. Zwei recht markirte, schmale, helle, dunkel gesäumte Seitenstreifen befinden sich auf jeder Körperseite, zwei runde, grünliche Augenflecke auf schwarzem Grund in der Achselgegend. Unterseite einfarbig; Brust hellblau, Kehle und Bauchmitte hellorange.

Weiter muss ich einer prachtvollen Farbenspielart Erwähnung thun, die Hr. v. Maltzan auf Creta fand, die sich aber auf die eben beschriebene Form leicht zurückführen lässt. Die Grundfarbe der Ober-

seite ist ein lichtes Braungrau, die Zeichnung ist tiefschwarz. Die breiten, dunklen Seitenzonen sind stark mit hellen Ocellenflecken durchsetzt; ein bis drei in dieser Zone liegende Axillarocellen sind besonders lebhaft bläulichweiss gefärbt. Den Rücken durchziehen zwei zinnenförmig gezackte Längsstreifen, die sich nach hinten hin in Flecke auflösen, und ausserdem eine unregelmässig in Punkte aufgelöste, feine Mittellinie. Die Unterseite und die Kieferränder zeigen sich schön gelbroth, jedes Schildchen in seinem Umkreis mit fleischrothen Rändern; überdies besitzen die Ränder der Kieferschilder, die Schuppen der Halsseiten, der Oberschenkel und einzelne Schilder der äussersten Ventralreihe je einen tief schwarzen, glänzenden Fleck. Der Spiegel der äussersten Ventralreihe ist auf 12 Schuppen hin glänzend himmelblau. — Diese Form dürfte der var. *Milensis* v. Bedr. (vergl. Bedriaga ([2]) p. 124) am nächsten verwandt sein, sich aber durch das Fehlen bereits entwickelter Querbinden auf den Körperseiten unterscheiden. Von der rothbäuchigen sicilianischen Form der var. *tiliguerta* Gmel. trennt sich unsere Eidechse wesentlich durch die braune Grundfarbe und durch die geringen Dimensionen, die es nicht zweifelhaft lassen, dass die cretische Mauereidechse ebenfalls zum Typus (= *fusca* v. Bedr.) gehört, während sämmtliche zahlreiche, bis jetzt von mir untersuchte Mauereidechsen aus Sicilien — auch wenn sie braunes oder graues Gewand tragen — zur var. *tiliguerta* Gmel. gehören.

Die von der Insel Standia, nördlich von Creta, stammenden Exemplare und weitere Stücke, die Hr. v. Maltzan auf Creta selbst, Standia gegenüber fing, entsprechen der gewöhnlichen, kleinen, olivenbraunen oder olivengrünen Rasse dieser Art und zeigen eine oben und unten hell weissgrau oder blauweiss eingefasste, schwarzbraune oder schwarze, matte hellere Augen einschiessende Seitenzone, sowie oben auf dem Rücken eine oder drei Längsreihen matter, schwärzlicher Punktfleckchen, die auch ganz fehlen können. Die Gliedmaassen sind hell getropft. Die Unterseite dürfte auch bei diesen Stücken im Leben orangeroth gewesen sein, die Schilder der äussersten Ventralreihe zeigen auch bei ihnen je einen hellblauen Augenfleck.

Die Stücke der Insel Elasa endlich haben deutliches Masseterschild und nur 57 Schuppen quer um die Rumpfmitte. Ihre Oberseite ist braun, schwarzgepunktet, ohne grünen Anflug; die Seiten schmückt eine breite, schwarze Längszone, die durch zahlreiche braune und hellblaue Rundflecke reticulirt und geaugt erscheint. Die Unterseite ist einfarbig grünlich, auf den Ventralseiten breit azurblau.

Nach alledem glaube ich, dass sowohl in Attika als auch auf allen von Hrn. v. Oertzen besuchten griechischen Inseln nur eine

einzige Rasse der Mauereidechse vorkommt, die zwar bald rein braun oder grau ist, bald am Halse grünlich erscheint, welche aber weder in Lebensweise noch in Grösse in irgend auffallenden Grenzen variirt. Die wahre, sicilische und unteritalische, grosse, grüne var. *tiliguerta* Gmel. fehlt ganz entschieden, zum mindesten allen Inseln im Osten der Griechischen Halbinsel.

Verbreitung:

I. Corfu (Blgr., var. *tiliguerta* Gmel.). Kephallonia (v. Bedr.). Zante (v. Heldr., var. *tiliguerta* Gmel.).

III. Grenze von Aetolien und Doris: Korax-Gebirge beim Dorfe Musinitza (v. Oertzen). Phokis: Parnassos-Gebirge (v. Bedr.). Megaris: Ebene von Eleusis (v. Bedr.). Attika (v. Heldr., v. Bedr.): Turkovuni bei Athen und Tatoi im Pentelikon (v. Bedr.).

IV. Morea (Expéd. Morée). Lakonien (v. Heldr.).

VI. Karystos in Süd-Euboea (v. Oertzen). Insel Petali (v. Bedr.).

VII. Cykladen (Erhard): Andros (v. Bedr., v. Oertzen), Tinos (Erber, v. Bedr., v. Oe.), Mykonos (v. Bedr., v. Oe.), Syra (v. Bedr., Blgr., v. Oe.), Phanar oder Gaidaronisi (v. Bedr.), Seriphos (var. *Erhardi*, v. Bedr.) und Milos (var. *Milensis*, v. Bedr.).

VIII. Creta (v. Maltzan): Khalepa bei Kanea (Raulin), Umgebung von Kanea (v. Oe.) und Kandia (v. Maltzan). Inseln Standia (v. Maltzan) und Elasa (v. Oe.).

22. *Lacerta Danfordi* (Gthr.) 1876.

Günther, Proc. Zool. Soc. London 1876 p. 818 (*Zootoca*); Erber ([3]) p. 904 (*Merremi*); Bedriaga ([2]) p. 106 (*oxycephala* vars. *modesta* und *maculata* part.); Bedriaga ([3]) p. 259 und p. 290 (*Graeca*); Boulenger ([5]) p. 37, Taf. 1, Fig. 2.

Rhodos, beim Dorf Kastelo IX, Mitte Mai 1887 (v. Oertzen). Ein ♀.

Symi, Südliche Sporaden IX, 6. bis 7. Juni 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Samos, beim Dorf Marathokampos IX, Ende Juni 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Nikaria IX, 7. bis 12. Juli 1887 (v. Oertzen). 4 Exemplare.

Das Stück von Samos zeigt 62 Schuppen quer um die Rumpfmitte. 8 Ventralreihen, die Schilder der äussersten Reihe in der Bauchmitte so breit wie die der innersten Reihe. Praeanalschilder klein, in zwei Halbkreisen. Femoralporen 19 — 19. Im Übrigen in

der Pholidose typische *L. Danfordi* Gthr. — Hell grüngrau mit breiter, aus zwei schwärzlichen Fleckstreifen gebildeter Rückenzone und schwarzer Lateralzone, die über und über von feinen, bräunlichen und weisslichen Punkten durchsetzt ist.

Auch die Stücke von Nikaria sind dem eben beschriebenen sehr ähnlich. 62—64 Schuppen um die Rumpfmitte. Eines derselben zeigt ausnahmsweise 6—6 vordere Supralabialen vor dem Infraoculare. 15—17, 16—18 und 18—17 Femoralporen. — In der Jugend oberseits ganz schwarz mit vier hellgrünen Längsstreifen, von denen der seitliche in Flecken aufgelöst ist. Alle schwarzen Theile tragen überdies kleine, runde, grüne Fleckchen. Die dorsolateralen Streifen beginnen schon bei den jüngsten Exemplaren am oberen Augenrand und laufen breit über die Seiten der Parietalen, was für diese Species überhaupt sehr bezeichnend zu sein scheint. Auch Stücke von 175mm Totallänge können noch diese Färbung und Zeichnung tragen. Die hellen Streifen auf Kopf und Hals sind dann bronzegrün, auf dem Rumpfe blaugrün, auf dem Schwanze graugrün. Bei älteren Thieren hellt sich der schwarze Grund der mittleren Rückenzone längs der Mitte mehr auf, die hellen Seitenstreifen treten nicht mehr so kräftig hervor, und die Färbung erinnert dann sehr an die der syrischen *Lac. laevis* Gray. Unterseite bläulich, gänzlich ungefleckt, längs der Mitte mit orangeröthlichem Anfluge.

Das Stück von Symi besitzt drei im Dreieck über einander gestellte Postnasalen, 66 Schuppen um die Rumpfmitte, 16—16 Schenkelporen. — Graugrün, alle dunklen Streifen und Zeichnungen nur matt, graulich, mit helleren Tropfen; rein schwarze Flecke nur auf der Schwanzbasis. Unterseite einfarbig blauweiss.

Das ♀ von Samos endlich zeigt 65 Schuppen um die Rumpfmitte und 6 Ventralreihen, aber diese begleitet aussen eine Längsreihe ziemlich grosser Oberschilder. Schenkelporen 21—21. — Ähnlich matt gefärbt wie die Form von Symi, aber ausserdem sind noch unregelmässig vertheilte, schwarze Schuppen auf dem Rücken zu bemerken.

Verbreitung:

IV. Angeblich Messenien: Taygetos-Gebirge nahe Kalamata (v. Bedr.).

IX. Rhodos (Erber), Kastelo auf Rhodos, Symi, Marathokampos auf Samos und Nikaria (v. Oertzen).

X. Zebil Bulghar Dagh im cilicischen Taurus (Günther) und Kaisarieh (Blgr.).

23. *Algiroides nigropunctatus* (D. et B.) 1839.

Duméril et Bibron, Erp. gén. Tome 5 p. 190 (*Lacerta*); Fitzinger, Sitz. Ber. Wien. Akad. Math. Nat. Cl. Bd. 1 p. 654 (*Tropidopholis Schreibersi*); de Betta p. 31 (*Notopholis*); Schreiber, Herp. Europ. 1875 p. 452 (*Notopholis*); Bedriaga (2) p. 98 (*Notopholis*); Bedriaga (3) p. 377; Boulenger (5) p. 44.

Auf dem Berg Ainos (Monte nero) auf Kefallonia I, Herbst 1885 (v. Oertzen). Ein erwachsenes Stück, auf dem Stamme von *Abies Cephalonica* Loud. erbeutet (Mus. Berolin. Nr. 10655).

Typisch in Pholidose und Färbung; die äusserste Ventralschilderreihe aussen breit schwarz angeflogen mit bläulichweissem Aussenfleck.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln: Corfu (Bonaparte, D. et B., Blgr.) und speciell Stadt Corfu (de Betta). Kefallonia, auf dem Berg Ainos (v. Oertzen).

II. Albanien (nach Schreiber von S. Illyrien durch Istrien und Dalmatien bis zur griechischen Küste).

III. Akarnanien (v. Bedriaga).

24. *Ophiops elegans* Mén. 1832.

Ménétriès, Catalogue raison. Voy. au Caucase, St. Petersburg p. 63; Berthold p. 14 (*elegans* und *macrodactylus*); A. Duméril p. 125; Boettger in Radde's Fauna u. Flora des S. W. Caspi-Gebiets, Leipzig 1886 p. 48; Boulenger (5) p. 75.

Rhodos, beim Dorfe Kastelo IX, Mitte Mai (v. Oertzen). 4 Stücke.

Symi IX, 6. bis 7. Juni 1887 (v. Oertzen). Zahlreich.

Nisyros IX, 10. Juni 1887 (v. Oertzen). 1 Exemplar.

Jali IX, 11. Juni 1887 (v. Oertzen). 1 Exemplar.

Kos IX, 12. bis 13. Juni 1887 (v. Oertzen). 4 Stücke.

Samos, beim Dorfe Marathokampos IX, Ende Juni 1887 (v. Oertzen). ♂ und ♀.

Östliches Samos IX, 23. Juni 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Nikaria IX, 7. bis 12. Juli 1887 (v. Oertzen). 2 ♂, 1 ♀.

Chios IX, Mitte Juli 1887 (v. Oertzen). 2 Stücke.

Küste von Karien X, 9. Juni 1887 (v. Oertzen). 1 Stück. Ähnliche Eidechsen werden hier σκελομετιρι genannt.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Häufig.

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). 4 Exemplare.

Bei allen Stücken zeigen sich zwei über einander gestellte Postnasalen. Betrachten wir die drei hintersten Supralabialen, das grosse

Tympanale, die beiden grossen das Parietale säumenden Supratemporalen und den vom letzten Supraoculare bis zum fünften Supralabiale herabziehenden Schuppenbogen als die Umrandung des »Temporalfeldes«, so zähle ich bei den Stücken von Samos 22—30, Chios 24—34, Kos 24—38, Karien 25—26, Smyrna 25—40, Nisyros 27, Rhodos 29—34, Nikaria 29—36, Symi 30—36 und Jali 34 Schuppen auf diesem Temporalfeld, die namentlich bei Stücken aus Karien und Smyrna gewölbt oder schwach gekielt sind, während die syrische Form 45—50, der russische Typus aus dem Talysch-Gebiet aber 50—55 glatte Schüppchen auf dem Temporalfeld trägt. Etwas abweichend von der caspischen und syrischen Form ist ausserdem die Gestalt des Kopfes; bei der kleinasiatischen ist der Kopf mehr in die Länge gezogen als beim caspisch-caucasischen Typus, die Schnauze überdies bei der syrischen Eidechse von oben gesehen etwas breiter und stumpfer. Auch die vorderen oberen Schuppen des Humerus und des Femur sind bei den Kleinasiaten schwach gekielt und nicht ganz glatt; die Finger und Zehen sind etwas schlanker, die vierte Zehe etwas länger als beim Typus der Art.

Schuppenreihen zähle ich um die Rumpfmitte bei den Stücken aus Samos 28—32, Nisyros 30, Kos und Smyrna 30—32, Symi 31—32, Jali, Chios und Karien 32, Nikaria und Burnabat 32—33 und bei denen von Rhodos 32—34. Die typische Form aus dem Talysch zeigt 34—40 Schuppenreihen um die Rumpfmitte, die syrische 28—30. Schenkelporen finde ich bei den Stücken von Symi jederseits 8 bis 9, Samos 8 bis 10, Kos 8 bis 11, Jali 9, Rhodos, Karien, Nikaria und Chios 9 bis 10, Smyrna 9 bis 11 und Nisyros 10 bis 11.

Die bei weitem meisten Exemplare tragen an den Körperseiten zwei gelbliche oder grünliche Längsstreifen, doch fehlt beim ♂ von Nikaria und dem Stück von Jali der untere. Bei einigen Stücken von Symi und von Burnabat treten die schwarzen Flecke auf dem Mittelfeld des Rückens ganz zurück, und die Rückenmitte erscheint dann nahezu einfarbig kupferroth; die aus Karien tragen im Leben eine schön gelbe Kehle.

Verbreitung:

IX. Kastelo auf Rhodos, Symi, Nisyros, Jali, Kos, Marathokampos auf Samos, östliches Samos, Nikaria und Chios (v. Oertzen).

X. Smyrna (A. Dum., Boulenger, A. Müller), Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke), Thal des Maeander (Blgr.), Küste von Karien (v. Oertzen), Xanthus, Zebil Bulghar Dagh im cilicischen Taurus, in 4000′ Höhe und Kaisarieh (Blgr.).

25. *Mabuia septemtaeniata* Rss. 1834 var. *Fellowsi* Gray 1845.

Reuss, Mus. Senckenberg. Vol. 1 p. 47, Taf. 3, Fig. 1 (*Euprepis*); Gray, Cat. Liz. Brit. Mus. 1845 p. 113 (var.); Boettger, 22./23. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1883 S. 151 (*Euprepes*); Boulenger (5) p. 117.

Beim Dorfe Kastelo auf Rhodos IX, unter grossen Steinen am 19. Mai 1887 (v. Oertzen). 2 Stücke.

34 und 36 Schuppen quer um die Rumpfmitte. — Kopfrumpflänge 91, Schwanzlänge 101, Totallänge 192mm.

Weitverbreitet in West- und Südwest-Asien bis Sind und in Abessynien.

Verbreitung der var. *Fellowsi:*

IX. Kastelo auf Rhodos (v. Oertzen).

X. Xanthus oder Günek in Lycien (Gray, Rüppell) und Smyrna (Bttgr., Blgr.).

26. *Ablepharus Pannonicus* Fitz. 1824.

Fitzinger, Verh. Ges. Nat. Fr. Berlin Bd. 1 p. 297, Taf. 14; Bibron et Bory p. 69, Taf. 11, Fig. 4 (*Kitaibeli*); Erhard S. 83; Erber (1) S. 825; Erber (2) S. 855; Heldreich p. 70 (*Zygnis Chalcidica*); Bedriaga (2) p. 72; Boettger, 22./23. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1883 S. 151; Boulenger (5) p. 354.

Zante I, Ende August 1885 (v. Oertzen). 2 junge Stücke.

Bei Laurion in Attika III, 10. März 1887 (v. Oertzen). 1 erwachsenes Stück.

Phaleron bei Athen III (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). Zuweilen ziemlich häufig.

Andros VII, 5. April 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Tinos VII, 4. April 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Armathia, nördlich von Kasos IX, 9. Mai 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Karpathos IX, Mitte Mai 1887 (v. Oertzen). 2 Exemplare.

Chalki, westlich von Rhodos IX, 18. Mai 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Symi, nördlich von Rhodos IX, 6. bis 7. Juni 1887 (v. Oertzen). Reste eines ♀ und drei etwas eingetrocknete Eier.

20 Schuppenreihen um die Rumpfmitte; Auge unter dem vierten Supralabiale. Bei einem Stück von Armathia steht das Auge linksseitig, bei einem von Karpathos beiderseitig unter dem fünften Supralabiale. — Bei dem Stücke aus Laurion zeigt das Rückenfeld vier sehr feine, schwärzliche Längslinien, die Ventralen besitzen breite, schwärzliche Ränder, die Schwanzunterseite ist grauschwarz. — Kopf-

rumpflänge eines Stückes von Armathia $48\frac{1}{2}$^mm^. — Die Eier aus Symi erinnern ganz an Lacertideneier, haben eine pergamentartige Schale und messen $7\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{4}$^mm^ in der Länge und $4\frac{1}{4}$—$4\frac{1}{2}$^mm^ im grössten Breitendurchmesser.

Die Art wurde auf Creta nicht gesehen und dürfte daselbst, wie auch *Gymnodactylus*, fehlen (v. Oertzen).

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (Erber): Zante (v. Oertzen).

III. Rumelien (Expéd. Morée). Aetolien (v. Heldr., v. Bedr.). Boeotien: Rachova am Südfuss des Parnassos (v. Heldr). Attika (v. Heldr.): Phaleron bei Athen (v. Bedr., v. Oertzen), Tatoi im Pentelikon (v. Heldr., v. Bedriaga), Laurion (v. Oertzen).

IV. Argolis: Nauplia (v. Bedr.) und Insel Poros (v. Heldr.). Messenien: Ruinen von Pylos und Navarin (Expéd. Morée).

VII. Andros (v. Oertzen), Tinos (Erber, v. Oertzen), Mykonos (Erhard, v. Bedr.), Syra (Erber, v. Bedr.) und Milos (v. Bedr.).

IX. Armathia und Karpathos (v. Oertzen). Rhodos (Erber), Chalki und Symi (v. Oertzen).

X. Smyrna (Boettger).

27. *Chalcides ocellatus* (Forsk.) 1775.

Forskål, Hist. Anim. p. 13 (*Lacerta*); Fiedler (1) p. 66, 239 (*Stellio Caspicus*); Erber (3) S. 904 (*Gongylus*); Boettger p. 56 (*Seps*); Bedriaga (2) p. 74 (*Gongylus*); Boulenger (5) p. 400.

Auf einer kleinen Insel zwischen Aegina und Angistri III (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). 1 Stück.

Bei Stura, Süd-Euboea VI, 24. März 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Keos VII, 12. März 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Kanea in Creta VIII, 18. April 1887 (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). Auf Sandboden sehr häufig.

Bei Kandia und überhaupt auf Creta VIII häufig (v. Maltzan). Zahlreiche Stücke.

Alle vorliegenden Exemplare besitzen 30 Schuppenreihen um die Rumpfmitte. Das von Stura ist relativ sehr hell gefärbt und hat nur 54^mm^ Kopfrumpflänge. Der Magen eines Stückes von Keos enthielt Acridierreste (v. Oertzen). Auch die Form von Creta, deren Biss nach Hrn. von Oertzen für giftig gilt, ist nicht sehr gross; die Stücke von Kandia sind sehr ansprechend gefärbt, hell gelbgrau mit zahl-

reichen mehr oder weniger entwickelten, schmalen, schwarzen, weissgeaugten Querbinden, die auf dem Schwanze sehr regelmässig auf die je dritte Schuppenreihe zu stehen kommen.

Meine frühere Angabe, dass die Art auch auf Chios vorkomme (Ber. Senckenberg. Nat. Ges. 1879 S. 74) beruht auf einem Versehen; möglicherweise gehört auch Erber's *Gongylus* von Rhodos nicht hierher, sondern zu *Mabuia septemtaeniata* Rss. var. *Fellowsi* Gray.

Verbreitung:

III. Megaris: Levsina (v. Bedr.). Attika: Umgebung von Athen (Bttgr., v. Bedr.), Phaleron und Mavrusi (v. Bedr.), unbenannte Insel zwischen Aegina und Angistri (v. Oertz.), Eliasberg im Laurion-Gebirge (Fiedler).

VI. Stura in Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Keos (v. Oertzen).

VIII. Creta (Olivier, v. Maltzan, v. Oertzen): Kanea (v. Maltzan) und Kandia (v. Oertzen).

IX. Angeblich Rhodos (Erber).

28. *Chamaeleon vulgaris* Daud. 1803.

Daudin, Hist. Rept. Tome 4 p. 181; Chandler, Travels in Asia Minor, Oxford 1775 t. Berthold p. 9 (*carinatus*); Boulenger ([5]) p. 443, Taf. 39, Fig. 1.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 2 Exemplare.

Hell leuchtend gelbgrün, bei dem grösseren Stück jederseits ein schwarzer Fleck in der Kehlgegend vor der Insertion der Vordergliedmaassen und ein schwarzer Längsstreif auf der Weiche vor der Insertion der Hintergliedmaassen, bei dem kleineren der ganze Körper schwarz gefleckt und gestreift und mit je einer breiten, dunklen Längszone auf den Körperseiten zwischen den Gliedmaassen.

Verbreitung:

IX. Samos (von Forsyth Major im Jahre 1887 entdeckt) und Chios (Chandler).

X. Xanthus (Blgr.) und Smyrna (Berthold, Blgr., A. Müller).

29. *Typhlops vermicularis* Merr. 1820.

Merrem, Tent. Syst. Amph. p. 158; Bibron et Bory p. 72, Taf. 13, Fig. 3 (*flavescens*); Berthold, Mitth. Zool. Mus. Göttingen I. Rept. S. 17; Gray, Cat. Liz. Brit. Mus. 1845 p. 137 (*Argyrophis*); Erber ([3]) S. 904; de Bella p. 45; Stauch S. 25; Boettger, 19. bis 21. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1880 S. 89; Bedriaga ([2]) p. 129

(*lumbricalis*); F. Müller, Cat. Herp. Samml. Basel. Mus., III. Nachtr. 1883 S. 11.

Lidoriki in Doris III, April 1882 (v. Oertzen.) 4 Exemplare (Mus. Berolin. Nr. 10654).

Südküste von Euboea VI, 1. April 1887 (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). Ein Stück unter Steinen.

Östliches Samos IX, 23. Juni 1887 (v. Oertzen). 1 Exemplar.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Zahlreich.

Die Stücke von Euboea und Samos zeigen 22, die von Smyrna constant 24 Schuppenlängsreihen.

Nach Belon soll der τεφλοτι, der sich doch wohl nur auf *Typhlops vermicularis* Merr. deuten lässt, auch auf Creta vorkommen, doch haben ihn sämmtliche neueren Reisenden daselbst nicht auffinden können und ist derselbe demnach von der Fauna Creta's auszuschliessen.

Verbreitung:

I. Corfu (de Betta).

III. Aetolien (v. Heldr., v. Bedr.). Doris: Lidoriki (v. Oertzen). Attika: Insel Salamis (Gray), Athen (F. Müller), Mavrusi bei Athen und Tatoi im Pentelikon (v. Bedr.).

IV. Argolis: Akrokorinth und Halbinsel Troizen (Expéd. Morée).

VI. Euboea (Boettger): Südküste von Euboea (v. Oertzen).

VII. Naxos (Expéd. Morée).

IX. Rhodos (Erber), östliches Samos (v. Oertzen).

X. Smyrna (A. Müller), Brussa (Strauch) und Angora (Berthold).

30. *Eryx jaculus* (L.) 1754.

Linné, Mus. Adolphi Frederici Vol. 2 p. 48 (*Anguis*); Schneider, Denkschr. Akad. München Bd. 7, 1821 S. 129 (*Pseudoboa Turcica*); Bibron et Bory p. 75; Fiedler (1) S. 20 und Fiedler (2) S. 331 (*Turcica*); Günther, Cat. Colubrn. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 279; Strauch S. 29; Bedriaga (2) p. 131.

Lidoriki in Doris III (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen).

Naxos VII (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen).

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). 2 Exemplare.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 1 Stück.

Typisch in Form und Färbung.

Verbreitung:

I. Corfu (Gray).

III. Doris: Lideriki (v. Oertzen). Attika: Umgebung von Athen (v. Bedr.), vor dem Botanischen Garten in Athen (Fiedler) und Tatoi im Pentelikon (v. Bedr.).

VII. Tinos (Expéd. Morée), Naxos (Expéd. Morée, v. Oertzen), Amorgos (Fiedler), Polinos (Fiedler) und Kimolos (Schneider) bei Milos.

X. Xanthus (Günther), Smyrna (A. Müller) und Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke).

31. *Cyclophis modestus* (Mart.) 1838 typ. und var. *semimaculata* Bttg. 1876.

Martin, Proc. Zool. Soc. London 1838 p. 82 (*Coronella*); Günther, Cat. Colubr. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 27 (*Ablabes*); Jan, Elenco sist. Ofidi, Milano 1863 p. 49 und Iconogr. d. Ophid. Milan 1866, Lief. 15, Taf. 4, Fig. 1 (*Eirenis collaris*); Strauch p. 36, Taf. 1, Fig. 1 (*Ablabes*); Boettger p. 58, Taf. (*Ablabes modestus* var.); Boettger, 22./23. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1883 S. 147 (*Ablabes*).

Bei Marathokampos auf Samos IX, Ende Juni 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück der typischen Form.

Chios IX, Mitte Juli 1887 (v. Oertzen). Ein Stück der Varietät.

Küste von Karien, Kos gegenüber X, 13. Juni 1887 (v. Oertzen). 2 Exemplare.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 5 Stücke der typischen Form.

Magnesia X (v. Maltzan). Ein junges Stück der typischen Form.

Bei allen vorliegenden Exemplaren ist das Praeoculare beiderseits einfach. Schuppenformeln:

Samos:	Squ. 17;	G. $7/7$,	N. 169,	A. $1/1$,	Sc. $72/72 + 1$.
Chios:	» 17;	» $6/6$,	» 168,	» $1/1$,	» $67/67 + 1$.
Karien:	» 17;	» $4/4$,	» 181,	» $1/1$,	» $62/62 + 1$.
»	» 17;	» $6/7$,	» 182,	» $1/1$,	» $59/59 + 1$.
Smyrna:	» 17;	» $5/5$,	» 176,	» $1/1$,	» $72/72 + 1$.
»	» 17;	» $4/4$,	» 175,	» $1/1$,	» $70/70 + 1$.

Junge Stücke der typischen Form stimmen in der Färbung und Zeichnung genau mit Jan's oben citirter Abbildung überein. Sie sind uniform gelbgrau oder weissgrau; der Kopf zeigt eine glänzend schwarze Platte, welche durch eine quer über den Augen verlaufende, schmale, gelbe Querbinde in zwei Theile getheilt wird, und ein breites, schwarzes, vorn und hinten gelb oder roth eingefasstes Halsband. Die Labialen sind gelb mit schwarzen Hinterrändern. Sehr ähnliche Färbungen sind mir auch von Stücken aus Brumâna im Libanon bekannt. Bei älteren

Exemplaren ist sowohl die Kopf- als auch die Nackenzeichnung etwas verschwommen.

Die var. *semimaculata* Bttg. von Chios erinnert in Färbung und Zeichnung an *Zamenis Gemonensis* (Laur.) typ. Sie ist grau, der Kopf ohne deutliche Zeichnungen, das vordere Körperdrittel mit etwas reticulirten Fleckzeichnungen, die durch schwarze Schuppenränder gebildet werden und namentlich auf den zwei bis drei untersten, an die Ventralen angrenzenden Schuppenreihen sehr deutlich sind. Auch hier zeigen die Supralabialen schwarze Hinterränder.

Verbreitung:

IX. Marathokampos auf Samos (v. Oertzen) und Chios (var. *semimaculata*, Boettger, v. Oertzen).

X. Xanthus (Günther), Küste von Karien Kos gegenüber (von Oertzen), Smyrna (Jan, A. Müller), Magnesia (von Maltzan), Brussa (Günther) und Scutari (Bttgr.).

32. *Coluber quadrilineatus* Pall. 1811 var. *leopardina* Fitz. 1855.

Pallas, Zoograph. Rosso-Asiat. Vol. 3 p. 40 (typ.); Bibron et Bory p. 73, Taf. 14, Fig. 3 (*leopardinus*); Duméril et Bibron, Erp. gén. Tome 7, 1854 p. 324 (*Ablabes*); Fitzinger, Sitz. Ber. Akad. Wien, Math.-Nat. Cl. Bd. 1, 1855 p. 658 (*Callopeltis leopardinus*); Günther, Cat. Col. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 89; Erhard p. 76 (*leopardinus*); Jan, Elenco sist. Ofidi, Milano 1863 p. 47 (*Coronella*); Erber [1] p. 826 (*Coelopeltis leopardina*); Raulin p. 692; Strauch p. 73; Boettger p. 57 (*Callopeltis*); Heldreich p. 72 (*Calopeltis leopardina*); Bedriaga [2] p. 149; F. Müller p. 263 (*Calopeltis leopardinus*).

Schlucht von Makrinitza bei Volo, Thessalien II (J. Stussiner). 1 Stück.

Lasithi-Gebirge auf Creta VIII, 27. April 1887 (v. Oertzen). 1 Stück.

Schuppenformeln:

Volo:	Squ. 25;	G. $2 + 3/3$,	V. 237,	A. $1/1$,	Sc. $87/87 + 1$.
Lasithi-Gebirge:	» 25;	» $2 + 1/1$,	» 239,	» $1/1$,	» $2/2 + 12 + 3/3 + 6 + 8/8 + 9 + 35/35 + 1$ (76).

Das Stück von Volo ist eine ganz typische Form der var. *leopardina* Fitz.; das vom Lasithi-Gebirge weicht insofern in Färbung und Zeichnung von ihr ab, als hier nur etwa die erste Hälfte des Rumpfes die bekannten, grossen, kupferrothen Quermakeln zeigt, die aber bald (von etwa der zwölften Makel an) sehr undeutlich werden. Ausser der Fleckzeichnung besitzt dieses Stück aber noch vier dunkelbraune Längsstreifen auf grauem Grunde, die, schon auf dem Halse

deutlich erkennbar, im letzten Körperdrittel und auf dem Schwanze die wesentliche Zeichnung bilden.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (Günther): Corfu (Erber, Jan).

II. Thessalien: Schlucht von Makrinitza bei Volo (J. Stussiner).

III. Akarnanien (v. Bedr.): Agrinion (F. Müller). Attika (v. Heldr., v. Bedr.).

IV. Morea (Expéd. Morée, Dum. et Bibr.). Taygetos-Gebirge (v. Bedr.).

VII. Andros (v. Bedr.), Berg Pyrgos (Erhard) auf Syra (Erber) und Milos (v. Bedr.).

VIII. Creta (Dum. et Bibron): Kanea und Neokuru (Raulin) und Lasithi-Gebirge (v. Oertzen).

IX. Chios (Boettger).

X. Smyrna (Jan).

33. *Elaphis sauromates* (Pall.) 1811.

Pallas, l. c. p. 42 (*Coluber*); Berthold p. 7 (*Coluber*); Jan, Elenco sist. Ofidi, Milano 1863 p. 61 (*dione* var. *Graeca*) und Iconogr. d. Ophid. Milan 1867, Lief. 21, Taf. 3, Fig. B (*dione* juv.); Strauch p. 93; Bedriaga (2) p. 157 (vars. *Graeca* und *Muenteri*).

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 2 junge Stücke (coll. Senckenberg.).

Färbung und Zeichnung ganz wie in der citirten Jan'schen Abbildung. Schuppenformeln:

Smyrna: Squ. 25; G. $^3/_3$, V. 211, A. $^1/_1$, Sc. $^{78}/_{78}+1$.
» » 25; » $^3/_3$, » 213, » $^1/_1$, » $^{75}/_{75}+1$.

Verbreitung:

III. Attika: Umgebung von Athen und Tatoi im Pentelikon (var. *Graeca*, v. Bedr.).

VII. Mykonos (var. *Muenteri*, v. Bedr.).

X. Smyrna (A. Müller) und Angora (Berthold).

34. *Zamenis Gemonensis* (Laur.) 1768.

Laurenti, Synops. Rept. p. 76, 93 (*Natrix*); Fiedler (2) p. 108 (*Coluber viridiflavus*); Berthold p. 6 (*Col. Caspius*); Günther, Cat. Col. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 103 (*atrovirens* var. *Caspia*); Erhard p. 75 (*Col. atrovirens* und var. *carbonaria*) und p. 76 (*Col. acontistes*); Erber (2) p. 855 (*viridiflavus* var. *trabalis*) und Erber (3) p. 904 (*trabalis* var. *carbonaria*); Raulin p. 692 (*viridiflavus*); Strauch p. 121 (*trabalis*); Schreiber, Herp. Europ., Braunschweig 1875 p. 267 (*viridiflavus*);

Heldreich p. 73 (*viridiflavus* und *Caspicus*); Bedriaga ([2]) p. 144; Stussiner und Boettger, Jahrb. d. d. Malakoz. Ges. 1885 p. 151 (*viridiflavus*).

Lasithi-Gebirge in Creta VIII, 27. April 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück.

Insel Standia, nördlich von Kandia VIII (v. Maltzan). Ein junges Stück.

Jederseits 1 Prae-, 1 Pseudoprae-, 2 Postocularen, 8 Supralabialen und 2 + 3 oder 2 + 3 + 3 Temporalen. Schuppenformeln:

Lasithi-Gebirge: Sq. 17; G. $^5/_5$, V. 171, A. $^1/_1$, Sc. $^{107}/_{107}+1$.
Standia: » 19; » $^3/_3$, » 173, » $^1/_1$, » $^{99}/_{99}+1$.

Die Färbung des Stückes aus dem Lasithi-Gebirge ist durchaus typisch (var. *Laurentii* Bedr.), die des Stückes von der Insel Standia etwas lebhafter. Auf dem ersten Drittel des Rumpfes stehen hier nämlich sechs Reihen in der Mitte etwas quergestellter, rothbrauner Flecken; hinten ist das Thier einfarbig olivenbraun. Die Ventralen sind schwefelgelb, an den Seiten durch ein rothes, nach vorn sich in Flecke auflösendes Band eingefasst.

Verbreitung:

I. Corfu (var. *trabalis*, Strauch).
II. Thessalien: Ossa-Gebirge (Stussiner und Boettger).
III. Phokis: Parnass-Gebirge (typ., v. Bedr.). Attika (typ., v. Heldr.): Tatoi im Pentelikon (typ., v. Bedr.).
IV. Argolis: Halbinsel Troizen (var. *trabalis*, v. Heldr.).
VII. Cykladen (typ. und var. *carbonaria*, Erhard; var. *viridiflava*, Schreiber). Andros (var. *trabalis*, v. Bedr.), Tinos (var. *trabalis*, Erber) und Seriphos (Fiedler, var. *trabalis*, v. Bedr.).
VIII. Hagia Rumeli und Kanea (typ., Raulin) und Lasithi-Gebirge (typ., v. Oertzen) auf Creta. Insel Standia (typ., Raulin, v. Maltzan).
IX. Rhodos (var. *carbonaria*, Erber).
X. Xanthus (var. *trabalis*, Gthr.) und Angora (var. *trabalis*, Berthold).

35. *Tropidonotus natrix* (L.) 1754, var. *Sicula* Cuv. 1829 und var. *Persa* Pall. 1811.

Linné, Mus. Reg. Adolph. Fred. Vol. 1 p. 27 (*Coluber*); Cuvier, Règne Anim. Tome 2 p. 84 (var. *Sicula*); Pallas, Zoogr. Rosso-Asiat. Vol. 3 p. 41 (var. *Persa*); Bibron et Bory p. 73, Taf. 14, Fig. 2—3 (*Col. bilineatus*); Berthold p. 6; Günther, Cat. Colubr. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 62; Erber ([2]) p. 855; Steindachner, Reise d. Novara, Rept.

1869 p. 66; Strauch p. 141; Schreiber, l. c. p. 238; Boettger p. 57 (var. *murorum*); Heldreich p. 71; Bedriaga (²) p. 138; F. Müller p. 264 (var. *murorum*).

Umgebung des Sees von Dystos, Süd-Euboea VI, 20. März 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück der var. *Sicula* Cuv.

Syra VII, 15. April 1887. Ein ganz junges Stück derselben Varietät.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Zahlreich in der var. *Persa* Pall. (Mus. Senckenberg).

Das Stück von Dystos zeigt ausnahmsweise neben 1—1 Praeocularen 4—4 Postocularen. Schuppenformeln:

Dystos: Squ. 19: G. 1 + $^1/_1$, V. 179, A. $^1/_1$, Sc. $^{66}/_{66}$ + 1.
Syra: » 19; » 2 + $^1/_1$, » 172, » $^1/_1$, » $^{59}/_{59}$ + 1.

Die Form von Dystos (var. *Sicula* Cuv.) ist hellgrau mit vier sehr regelmässigen Reihen dunklerer, seitlich etwas in einander überfliessender Rückenmakeln. Das weisse Halsband ist drei Schuppenreihen breit, deutlich, wie auch der dreieckige, jederseits dahinter liegende, schwarze Nackenfleck. Auf der Unterseite hält im ersten Körperdrittel die weisse Farbe der dunklen Würfelung die Waage; im letzten Drittel überwiegt das Schwarz sehr über die seitliche, weisse Würfelfleckung.

Das Stück von Syra (var. *Sicula* Cuv.) ist oben braungrau mit drei Reihen dunkler, von der Grundfarbe wenig deutlich abgehobener Quermakeln. Das weisse Halsband ist schmal, nur zwei Schuppenreihen breit und nur an den Halsseiten deutlich. Ein weisser Strich vom unteren Postoculare quer über das fünfte Supralabiale. Unterseite bleigrau mit weissen Makeln, die dunkle Färbung sehr überwiegend.

Die zahlreich von Smyrna vorliegenden Exemplare der schönen var. *Persa* Pall. zeichnen sich durch gänzliches Fehlen der weissen oder gelben Nackenmakel bei Vorhandensein von zwei hellen Rückenlinien aus. Der Rücken ist überdies durch drei Längsreihen quergestellter, schwarzer Makeln auffallend regelmässig geziert; die oberen Kopfschilder zeigen theilweise und die Supralabialen sämmtlich schwarze Suturen. Auch meterlange, starke Exemplare besitzen noch die beiden hellen Längsstreifen sehr deutlich, die diese Smyrnaer Schlange zur schönsten Varietät der Ringelnatter machen.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (Schreiber): Corfu (Steindachner, Schreiber).
III. Akarnanien: Agrinion (var. *Persa*, F. Müller). Attika (v. Heldr.): Tatoi im Pentelikon (v. Bedr.).
IV. Morea (Expéd. Morée). Nord-Morea (var. *Moreotica*, v. Bedr.).
VI. Dystos in Süd-Euboea (var. *Sicula*, v. Oertzen).
VII. Tinos (Erber) und Syra (var. *Sicula*, v. Oertzen).

IX. Chios (var. *Persa*, Boettger).

X. Xanthus (Günther), Smyrna (var. *Persa*, A. Müller), Kiat-Chana (vermuthlich auf der kleinasiatischen Seite Constantinopel gegenüber) und Angora (Berthold).

36. *Tropidonotus tesselatus* (Laur.) typ. 1768 und var. *hydrus* Pall. 1771.

Laurenti, Syn. Rept. p. 87. 1 88 (*Coronella*); Pallas, Reise durch versch. Prov. d. russ. Reichs Bd. 1 S. 459 (var.), Bibron et Bory p. 73, Taf. 14, Fig. 1 (*Coluber Siculus*); Duméril et Bibron, Erp. gén. Tome 7, 1854 p. 564; Erhard p. 75 (*tesselatus* und *viperinus*); Jan, Elenco sist. Ofidi, Milano 1863 p. 70; Erber (2) S. 855 (*hydrus*) und Erber (3) S. 904 (*viperinus*); de Betta p. 54 (typ.); Strauch S. 159 (*hydrus*): Heldreich p. 71; Bedriaga (1) p. 26 (typ.) und Bedriaga (2) p. 141.

Umgebung von Kanea auf Creta VIII, 18. April 1887 (v. Oertzen). Ein Stück der var. *hydrus* Pall.

Lasithi-Gebirge auf Creta VIII, 27. April 1887 (v. Oertzen). Ein Stück desgl.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Je ein Stück der typischen Form und der var. *hydrus* Pall.

Das Stück von Kanea hat 3—3 Prae- und 4—4 Postocularen, das eine von Smyrna 3—3 Prae- und 4—5 Postocularen, das vom Lasithi-Gebirge 3—3 Prae- und 5—5 Postocularen; das Exemplar der typischen Form von Smyrna 2—2 Prae- und 3—3 Postocularen. Schuppenformeln:

Kanea:	Squ. 19;	G. $2+\frac{2}{2}$,	V. 186,	A. $\frac{1}{1}$,	Sc. $\frac{78}{78}+1$.
Lasithi-Gebirge:	» 19;	» $2+\frac{1}{2}$,	» 187,	» $\frac{1}{1}$,	» $\frac{78}{78}+1$.

Bei dem Exemplar von Kanea hält sich auf der Unterseite in der ersten Rumpfhälfte das Weiss und Schwarz der Würfelfleckung die Waage, in der zweiten Hälfte herrscht aber das Schwarz weitaus vor; die Schwanzunterseite ist ganz schwarz. Bei dem Stück aus dem Lasithi-Gebirge dagegen herrscht in der ersten Rumpfhälfte das Weiss entschieden vor, in der hinteren Hälfte hält sich die Würfelfleckung von Weiss und Schwarz die Waage.

Verbreitung:

I. Sta. Maura (typ., de Betta).

III. Akarnanien: Missolongi (var. *hydrus*, v. Bedr.). Aetolien: Velouchi-Gebirge (var. *hydrus*, v. Bedr.). Attika (v. Heldr.): Phaleron bei Athen (var. *hydrus*, v. Bedr.).

IV. Morea (Expéd. Morée, Dum. et Bibron).

VII. Cykladen (Erhard): Tinos (var. *hydrus*, Erber).
VIII. Kanea und Lasithi-Gebirge auf Creta (var. *hydrus*, v. Oertzen).
IX. Rhodos (Erber).
X. Xanthus (typ., v. Bedr.), Smyrna (typ. und var. *hydrus*, A. Müller) und Troja (Jan).

37. *Coelopeltis Monspessulana* (Herm.) 1804.

Hermann, Observ. Zool. Vol. 1 p. 283 (*Coluber*); Bonaparte, Jeon. Faun. Ital. Vol. 2, Anfibi 1832—1841 (*Coluber*); Jan, Elenco sist. Ofidi. Milano 1863 p. 89 (*insignitus*); de Betta p. 68 (*lacertina*); Strauch S. 179 (*lacertina*); Boettger S. 62 (*lacertina*); Bedriaga (2) p. 162 (var. *Neumayeri* Fitz.); F. Müller S. 271 (*lacertina* var. *Neumayeri*).

Burbulitza bei Volo, Thessalien II (J. Stussiner). Ein junges Stück.

Chios IX, 18. Juli 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Hieronda an der Küste von Karien X, 21. Juni 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Zwei Stücke.

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). Ein Exemplar.

Schuppenformeln:

Volo:	Squ. 17;	G. $^3/_3$,	V. 176,	A. $^1/_1$,	Sc. $^{84}/_{84}+1$.
Hieronda:	» 17;	» $^1/_1$,	» 167,	» $^1/_1$,	» $^{79}/_{79}+1$.
Smyrna:	» 17;	» $^2/_2$,	» 170,	» $^1/_1$,	» $^{77}/_{77}+1$.

Das Stück von Burbulitza zeigt auf dem Rücken sieben Längsreihen wenig deutlicher, dunkler Fleckchen und kann meiner Ansicht nach nicht vom Typus der Art getrennt werden.

Die Form von Hieronda ist oberseits graulich braun, die dunkle Fleckzeichnung kaum angedeutet: die beiden äussersten Schuppenreihen zeigen weissliche Schuppenränder. Unterseite milchweiss und ziegelroth längsgestreift. Lippen und Kehlgegend dunkel braunroth mit gelben Flecken und Streifen.

Das Exemplar von Chios ist dem vorigen ganz ähnlich gefärbt und gezeichnet; es wurde von Hrn. v. Oertzen lebend mit nach Berlin gebracht.

Das Stück von Burnabat lässt sich am besten noch beim Typus einreihen, die beiden Stücke von Smyrna aber gehören wohl schon zur var. *Neumayeri* Fitz., doch lege ich auf diese Unterscheidungen keinen besonderen Werth, da der Übergänge bei dieser Schlange so zahlreiche sind, dass mir eine scharfe Trennung in Varietäten vorläufig nicht gelingen will.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (Bonaparte): Corfu (Jan, de Betta).

II. Thessalien: Burbulitza bei Volo (J. Stussiner).

III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller).

IX. Chios (Boettger, v. Oertzen).

X. Hieronda in Karien (v. Oertzen), Smyrna (A. Müller), Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke).

38. *Tarbophis vivax* (Fitz.) 1826.

Fitzinger, Neue Classif. d. Rept. p. 57 (*Coluber*); Duméril et Bibron, Erp. gén. Tome 7, 1854 p. 915; Günther, Cat. Col. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 33 (*Tachymenis*); Steindachner, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien Bd. 13, 1863 p. 1123; Erber (²) p. 855 und Erber (³) p. 904 (*Ailurophis*): de Betta p. 70: Raulin p. 692: Strauch p. 194; Bedriaga (²) p. 164; Boettger, 22./23. Ber. Offenbach. Ver. f. Naturk. 1883 p. 149; F. Müller p. 275.

Burbulitza bei Volo, Thessalien II (J. Stussiner). Ein Stück.

Mykonos VII, 11. bis 13. April 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Keos VII, 11. März 1887 (v. Oertzen). Kopf eines sehr grossen Exemplars.

Cap Sidero in Ost-Creta VIII (v. Maltzan). Kopf.

Insel Elasa, östlich von Creta VIII, 7. Mai 1887 (v. Oertzen). Zwei Stücke.

Kasos IX, 10. Mai 1887 (v. Oertzen). Ein Stück.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). Ein Stück.

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). Ein Stück.

Während die Stücke von Smyrna, Burnabat und Kasos 8 — 8 Supralabialen zeigen, besitzt das Stück von Keos 9 — 8, die Stücke von Elasa gar nur 7 — 7 Supralabialen. Sehr auffallend ist ausserdem, dass bei den Stücken von Elasa und Kasos die Schuppen, wie bei den cyprischen (Günther) und wie bei manchen persischen (Strauch), nicht in 19, sondern in 21 weit schiefer als gewöhnlich gestellten Reihen angeordnet sind. Schuppenformeln:

Volo:	Squ. 19;	G. $^{6}/_{6}$,	V. 208,	A. $^{1}/_{1}$,	Sc. $^{55}/_{55}$ + 1.
Mykonos:	» 19;	» $^{5}/_{4}$,	» 197,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{57}/_{57}$ + 1.
Keos:	» 19;	» $^{5}/_{5}$.			
Smyrna:	» 19;	» $^{4}/_{4}$,	» 222,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{70}/_{70}$ + 1.
Burnabat:	» 19;	» $^{4}/_{4}$,	» 220,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{60}/_{66}$ + 1.
Elasa:	» 21;	» $^{3}/_{3}$,	» 212,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{60}/_{60}$ + 1.
» :	» 21;	» $^{5}/_{5}$,	» 212,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{61}/_{61}$ + 1.
Kasos:	» 21;	» $^{3}/_{3}$,	» 212,	» $^{1}/_{1}$,	» $^{58}/_{58}$ + 1.

Im Allgemeinen zeigen die vorliegenden Thiere wenig Abweichungen in Färbung und Zeichnung. Bei den Exemplaren von Elasa ist die Fleckzeichnung des Rückens mehr oder weniger matt; auch der Bauch ist in der Hauptsache nur äusserst reichlich staubartig gepudert. Das Stück von Kasos ist grau, die Kopfzeichnung undeutlich; die in drei Längsreihen gestellten Rautenflecke des vordersten Rumpfdrittels sind rothbraun und werden dann nach hinten zu undeutlich. Unterseite auf gelblichem Grunde röthlichgrau marmorirt und gepudert. Der Kopf von Cap Sidero ist einfarbig braungrau, schwärzlich bestäubt; die Labialschilder zeigen dunkle Hinterränder. Die Stücke aus der Gegend von Smyrna endlich weisen ziemlich markirte Fleckzeichnung auf und tragen 44—47 Rücken- und 9—16 schliesslich in einen medianen Streifen übergehende Schwanzmakeln.

Verbreitung:

II. Albanien (Dum. et Bibron). Thessalien: Burbulitza bei Volo (J. Stussiner).

III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller). Attika (v. Bedr.).

IV. Morea (de Betta).

VII. Tinos (Erber, v. Bedr.), Mykonos (v. Bedr., v. Oertzen), Keos (v. Oertzen) und Milos (v. Bedr.).

VIII. Kanea (Raulin) und Cap Sidero (v. Maltzan) auf Creta. Insel Elasa (v. Oertzen).

IX. Kasos (v. Oertzen) und Rhodos (Erber).

X. Xanthus (Günther), Smyrna (Boettger, A. Müller), Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke) und Brussa (Steindachner).

39. *Vipera ammodytes* L. 1758.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 216; Bibron et Bory p. 74, Taf. 12, Fig. 3a; Fiedler (1) p. 20 und Fiedler (2) p. 215, 238, 283 und 293; Erhard p. 73; Erber (2) p. 855; de Betta p. 71; Strauch, Synops. d. Viperid., St. Petersburg 1869 p. 66 und Strauch p. 214; Heldreich p. 73 (*aspis*) und p. 74; Bedriaga (2) p. 173; F. Müller p. 280.

Syra VII, 15. April 1887 (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). Zwei erschlagene Stücke.

Naxos VII, Anfang März 1885 (v. Oertzen). Ein Kopf.

Das Nasenhorn wird bei der Form von Naxos in der Vorderansicht durch 2—2, darauf 3, darauf wieder 3, darauf 2 Schüppchen in vier Stockwerken gebildet; das Supraoculare springt nach hinten und aussen auffallend eckig vor. Wie bei vielen dalmatinischen Stücken nur 5 Schüppchen quer über den Kopf zwischen den Supraocularen. — Die dunkle Temporalbinde sehr lang und breit; auf

dem Rand der Infralabialen nur eine einzige, grosse, dunkle, namentlich auf dem vierten bis sechsten Infralabiale deutliche Makel.

Nach eigenen Beobachtungen Hrn. v. Oertzen's wie nach Aussage der Einwohner fehlt die Art, wie überhaupt jede Giftschlange, bestimmt auf Creta.

Verbreitung:

I. Ionische Inseln (de Betta).

III. Akarnanien: Agrinion (F. Müller). Aetolien: Velouchi-Gebirge (v. Bedr.). Phokis: Parnassos-Gebirge (de Betta, v. Bedr.). Attika (v. Heldr.): Athen, Abhänge des Hymettos-Gebirges, Kephissia und Mavrusi (v. Bedr.), Vorgebirge zwischen Munichia und dem Piraeus (Fiedler), Tatoi im Pentelikon (v. Heldr., v. Bedr.).

IV. Morea (Expéd. Morée, v. Heldr.).

VI. Insel Petali (v. Bedr.).

VII. Andros, hier namentlich bei Hagios Petros (Fiedler, v. Bedr.), Tinos (Erber, v. Bedr.), Delos (Fiedler), Mykonos (v. Bedr.), Syra (v. Oertzen) und Naxos (Fiedler, v. Oertzen).

40. *Vipera Xanthina* (Gray) 1849.

Gray, Cat. Viper. Sn. Brit. Mus. p. 24 (*Daboia*); Günther, Cat. Colubr. Sn. Brit. Mus. 1858 p. 268; Strauch, Synops. d. Viperid., St. Petersburg 1869 p. 73, Taf. 1 und Strauch p. 216.

Smyrna X (Dr. Aug. Müller). 2 junge Exemplare.

Eines der Stücke zeigt 10—10 Supralabialen, sonst in Pholidose, Färbung und Zeichnung ganz übereinstimmend mit Strauch's Beschreibung und Abbildung. Schuppenformeln:

Smyrna: Squ. 23: G. $^{2}/_{2}$, V. 162, A. 1, Sc. $^{31}/_{31}$ + 1.
» : » 23: » $^{2}/_{2}$, » 166, » 1, » $^{29}/_{29}$ + 1.

Auch auf der Insel Chalki, westlich von Rhodos, sollen nach Hrn. v. Oertzen Giftschlangen vorkommen, die wohl nur zu dieser Art gehören könnten; doch konnte derselbe kein Stück davon auftreiben.

Verbreitung:

X. Xanthus in Lycien (Gray, Günther) und Smyrna (A. Müller).

41. *Testudo Graeca* L. 1758.

Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 198, 6; Bibron et Bory p. 58, Taf. 7, Fig. 1, Taf. 9, Fig. 4; Fiedler (1) p. 20, 60 und 432; Berthold, Mitth. Zool. Mus. Göttingen, I. Rept. p. 7 (*pusilla*); A. Duméril p. 3;

Erhard p. 71; de Betta p. 18; Schreiber, Herp. Europ. 1875 p. 550; Heldreich p. 64; Bedriaga (²) p. 181.

Eine Viertelstunde nördlich von Karystos, Süd-Euboea VI, 28. März 1887 (v. Oertzen). Ein junges Stück auf sumpfigem Terrain. Soll hier nach Hrn. v. Oertzen sehr häufig sein.

Supracaudalschild durch Längsnaht in zwei Schilder zerspalten; Schwanzende mit Nagel.

Auf Creta fehlt nach den Aussagen aller Reisenden und auch nach Hrn. v. Oertzen's Meinung bestimmt jede Art von Landschildkröten.

Verbreitung:

I. Corfu und Sta. Maura (de Betta).

II. Albanien (Berthold, Schreiber).

III. Akarnanien (v. Bedr.). Attika (v. Heldr.): Umgebung von Athen, z. B. zwischen dem Ilissos und Hymettos-Gebirge und im Laurion-Gebirge (Fiedler).

IV. Morea (Expéd. Morée, A. Dum.): Halbinsel Troizen (Expéd. Morée).

VI. Im Norden und Westen von Karystos in Süd-Euboea (Fiedler, v. Oertzen).

VII. Cykladen (Erhard, v. Heldr.): Syra (Erhard).

42. *Testudo Ibera* Pall. 1811.

Pallas, Zoogr. Rosso-Asiat. Vol. 3 p. 18 Taf. 2, Fig. 2—3; Berthold p. 15 (*Graeca*); Strauch, Chelonolog. Studien, St. Petersburg 1862 p. 67 (*pusilla*); Steindachner, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien Bd. 13, 1863 p. 1123 (*Graeca*); Strauch, Verbr. d. Schildkr. über d. Erdball, St. Petersburg 1865 p. 14 (*pusilla*); Gray, Hand-List Spec. Shield-Rept. Brit. Mus. 1873 p. 13 (*Peltastes Mauritanicus*); Lortet, X. Rapport Mus. Sc. Nat. Lyon 1882 p. 15 (*Mauritanica*).

Kos IX, 12. Juni 1887 (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen).

Burnabat bei Smyrna X (Th. Loebbecke). Ein junges Stück. Maasse des Stückes von Burnabat:

Länge des Rückenpanzers in der Mittellinie	48mm
Hintere grösste Breite desselben	43mm
Grösste Höhe der Schale	26½mm
Länge des Brustpanzers in der Mittellinie	44mm
Schwanzlänge, vom Vorderrand der Cloake gemessen	4½mm

Verbreitung:

IX. Kos (v. Oertzen).

X. Xanthus (Gray), Smyrna (Lortet), Burnabat bei Smyrna (Th. Loebbecke), Brussa (Steindachner) und Angora (Berthold).

43. *Clemmys Caspia* (Gmel.) 1790.

Gmelin in Linné, Syst. Nat. Vol. 1 p. 1041 (*Testudo*); Bibron et Bory p. 61 (*Cistudo Europaea* und *Hellenica*) und p. 63 (*Emys*); Fiedler ([1]) p. 20 (*Emys lutaria*); A. Duméril p. 8 (*Emys*); Erhard p. 71 (*Emys rivulata* und *lutaria*); de Betta p. 21 (*Emys*); Raulin p. 692; Gray, l. c. p. 34 (*Emys*); Schreiber, Herp. Europ. 1875 p. 536; Heldreich p. 65 (*Emys*); Bedriaga ([2]) p. 186.

Eine Viertelstunde nördlich von Karystos, Süd-Euboea VI, Ende März 1887 (v. Oertzen). Ein älteres und zwei jüngere Exemplare; auf sumpfigem Terrain sehr häufig.

Beim Dorf Platania, eine Stunde westlich von Kanea, Creta VIII (v. Oertzen, nach Tagebuchnotizen). Sehr häufig.

Grösste Länge des Rückenschildes in der Mittellinie bei einem Stück von Karystos 97^{mm}. — Die gelben Längsstreifen auf dem violettgrauen Halse sehr deutlich; Bauchpanzer fast ganz schwarz, nur an den Rändern der einzelnen Schilder 6—10 schmale, weissgelbe Fleckmakeln. — Auf Creta wird die Art nach Raulin ἀγελῶνα genannt.

Verbreitung:

I. Corfu und Sta. Maura (de Betta).

III. Attika (v. Heldr.): Umgebung von Athen (v. Bedr.) und Tümpel des Ilissos und am Olivenwald des Kephissos (Fiedler).

IV. Messenien: Umgebung von Modhon, im Silozo und in der Ebene von Nisi (Expéd. Morée). Lakonien: Im Eurotas (Expéd. Morée, A. Dum.). Argolis: Nauplia (v. Bedr.).

VI. Umgebung von Karystos in Süd-Euboea (v. Oertzen).

VII. Andros (Erhard), Tinos (Expéd. Morée, v. Bedr.), Mykonos (Erhard, v. Bedr.), Syra und Seriphos (v. Bedr.), Siphonos (Erhard, v. Heldr., v. Bedr.), Naxos (Erhard, v. Heldr.), Amorgos (Erhard) und Milos (v. Bedr.).

VIII. Creta (A. Dum.): Kladiso und Suda (Raulin), Platania bei Kanea (v. Oertzen).

X. Kleinasien (Gray): Xanthus und Valley of the Meadows (Gray).

Diese Zusammenstellung, so unvollständig sie auch in Bezug auf Anzahl der Arten und Angabe der Fundorte ist, giebt uns doch bereits einige recht schätzbare geographische Fingerzeige.

Die Besiedelung der Inseln des Aegeischen Meeres und des Meeres von Kandia mit Batrachiern und Reptilien müssen wir uns auf dreierlei Art denken. Einmal können diese Inseln bei ihrer Abtrennung vom Festlande einen Stock von Einwohnern besessen haben, der sich vormals als Festlands-, jetzt als Inselfauna behauptet hat; zweitens aber können auch neue Einwanderungen der nämlichen oder anderer Arten den Bestand dieser autochthonen Bevölkerung ergänzt haben, oder es kann endlich eine solche Einschleppung auf neu aufgetauchten Inseln nachträglich bewirkt worden sein. Die autochthone Fauna können wir mit einiger Sicherheit erschliessen erstens aus dem Bestande der Batrachier, vorzüglich der Caudaten, die ausgedehnten Wanderungen und Verschleppungen über das Meer notorisch weniger zugänglich und ausgesetzt sind als gewisse Reptilgruppen, und zweitens aus dem universalen und gleichmässigen Vorkommen gewisser, namentlich grösserer Reptilformen, auf allen hier in Betracht kommenden Festländern und Inseln, besonders auch auf den kleineren und kleinsten derselben. Die Adventivfauna dagegen lernen wir erkennen, wenn wir zweifellos junge, d. h. vulcanische Inseln des Gebietes auf ihren Batrachier- und Reptilbestand prüfen. Zu solchen Inseln neuesten Ursprungs gehören z. B. die Santorin-Gruppe und Nisyro und Jali. Von ersterer besitzen wir leider bis jetzt keine einzige herpetologische Notiz, von letzteren beiden nur die Nachricht, dass auf ihnen 24. *Ophiops elegans* vorkommt. Damit ist freilich noch nicht viel anzufangen; aber gewisse im Gebiete weit verbreitete Geckonen und Scinciden werden zweifellos noch als zu dieser Adventivfauna gehörig erkannt werden, wenn unsere Kenntniss der Thierwelt auch der kleineren Inseln weiter fortgeschritten sein wird.

Indem wir etwa die Cykladen als idealen geographischen Mittelpunkt für die folgende Betrachtung ansetzen, können wir die oben kurz abgehandelten 11 Batrachier in folgende vier Gruppen eintheilen:

I. Ausschliesslich auf das Festland von Griechenland beschränkte Arten (3. *Molge alpestris*, 7. *Rana Latastei*, 8. *R. agilis*);

II. ausschliesslich auf Kleinasien beschränkte Arten (4. *Molge vittata*);

III. dem Festland von Griechenland und Kleinasien gemeinsame, aber den zwischenliegenden Inseln fehlende Arten (1. *Salamandra maculosa*, 2. *Molge cristata*), und

IV. dem Festland von Griechenland, den Inseln und Kleinasien gemeinsame Arten (5. *Molge vulgaris*, 6. *Rana esculenta*, 9. *Bufo viridis*, 10. *B. vulgaris*, 11. *Hyla arborea*).

Danach sind also mit ziemlicher Sicherheit als autochthone Bewohner des ganzen Gebietes zu betrachten die Batrachierarten 6, 9

und 11 (27 Procent des Batrachierbestandes) und mit einiger Einschränkung auch die auf Creta fehlende Art 10. Die auf Creta und den Südlichen Sporaden mangelnde Art 5 ist besser als ein Einwanderer aus dem Norden aufzufassen, wie auch die Arten 1, 2 und 8 (*Rana agilis* wird sich vermuthlich in Kleinasien noch finden lassen), welche sämmtlich auf ihren Wanderungen nach dem Süden Creta nicht erreicht zu haben scheinen. Die Arten 3 und 7 sind von Westen, Art 4 von Osten vorgedrungene Formen, die beiden letzteren wahrscheinlich zeitlich junge Species, die an dem bereits vorhandenen Meere Halt machen mussten. Von Süden her ist der Natur der Batrachierclasse wegen kein Zuwachs zu der Artenzahl zu erwarten gewesen, und hat auch eine Einwanderung von Batrachiern von dort aus thatsächlich nicht stattgefunden. In Folge dessen sehen wir Creta (mit 6, 9 und 11) und die Südlichen Sporaden (mit 6, 9 und 10) nur durch je drei Arten von anuren Batrachiern bewohnt; Caudaten fehlen. Etwas höher, auf je vier Arten, stellt sich die Zahl der Bewohner der Cykladen (5, 6, 10 und 11) und der Ionischen Inseln (6, 9, 10 und 11); die höchsten Zahlen erreichen die Festländer, Kleinasien mit 8 (1—2, 4—6, 9—11) und Mittelgriechenland mit 10 (1—3, 5—11) Batrachierformen.

Untersuchen wir in dieser Richtung auch die 32 oben aufgezählten Reptilien, so sind zu bezeichnen als:

I. Ausschliesslich auf das Festland von Griechenland und auf die griechischen Inseln beschränkte, aber auf Creta fehlende Arten (23. *Algiroides nigropunctatus*, 39. *Vipera ammodytes*, 41. *Testudo Graeca*);

II. Arten, welche dem griechischen Festland und allen griechischen Inseln zukommen, aber auf den kleinasiatischen Inseln und in Kleinasien fehlen (21. *Lacerta muralis*, 27. *Chalcides ocellatus*);

III. Arten, welche den Inseln eigenthümlich sind (13. *Gymnodactylus Oertzeni*, 15. *Tarentola Mauritanica*);

IV. Arten, welche Kleinasien bewohnen, aber noch auf einige der griechischen Inseln (Cykladen) überspringen (16. *Agama stellio*);

V. Arten, welche auf das Festland von Kleinasien und seine Küsteninseln beschränkt sind (19. *Blanus Strauchi*, 22. *Lacerta Danfordi (?)*, 24. *Ophiops elegans*, 25. *Mabuia septemtaeniata*, 28. *Chamaeleon vulgaris*, 31. *Cyclophis modestus*, 40. *Vipera Xanthina*, 42. *Testudo Ibera*);

VI. Griechenland, den Inseln und Kleinasien gemeinsame, aber auf Creta fehlende Arten (12. *Gymnodactylus Kotschyi*, 17. *Ophi-*

saurus apus, 18. *Anguis fragilis*, 26. *Ablepharus Pannonicus*, 29. *Typhlops vermicularis*, 30. *Eryx jaculus*, 33. *Elaphis sauromates*, 35. *Tropidonotus natrix*, 37. *Coelopeltis Monspessulana*) und

VII. Griechenland, allen griechischen und kleinasiatischen Inseln und Kleinasien gemeinsam zukommende Arten (14. *Hemidactylus Turcicus*, 20. *Lacerta viridis*, 32. *Coluber quadrilineatus*, 34. *Zamenis Gemonensis*, 36. *Tropidonotus tesselatus*, 38. *Tarbophis vivax*, 43. *Clemmys Caspia*).

Als Autochthonen des ganzen von uns behandelten Gebietes sind danach zu betrachten die Reptilarten 14, 20, 32, 34, 36, 38 und 43 (oder 22 Procent des Reptil-Bestandes). Als Einwanderer von Westen haben zu gelten die beiden Arten 21 und 27 (6 Procent des Bestandes), die Creta bereits erreicht haben, und die Arten 23, 39 und 41, die diese Insel zu erreichen nicht im Stande waren. Als Einwanderer von Osten her sind zu verzeichnen die Arten 19, 22, 24, 25, 28, 31, 40 und 42 (25 Procent des Bestandes), welche die kleinasiatischen Inseln nach Westen nicht überschreiten, und Art 16 (sowie die in unserer Liste nicht mit aufgeführte, auf der Milos-Gruppe lebende *Vipera Euphratica* Mart.), die bis zu den Cykladen vorgedrungen ist. Vielleicht haben auch 30. *Eryx jaculus* und 29. *Typhlops vermicularis* und selbst 12. *Gymnodactylus Kotschyi* noch als ehemalige Eindringlinge aus dem Osten zu gelten, deren Einwanderung aber der Zeit nach natürlich früher liegen muss als die Bildung der Dardanellenstrasse. Nur zwei Arten (6 Procent des Bestandes) sind auf bestimmte Inselgruppen beschränkt, Art 13 (eine modificirte, aus Art 12 entstandene Form) auf die Karpathos-, Art 15 auf die Creta-Gruppe. Am interessantesten aber gestaltet sich überhaupt die Frage, wie es sich mit der Einwanderung von Reptilien aus Norden und aus Süden verhielt. Dass 15. *Tarentola Mauritanica* trotz der grossen räumlichen Trennung nur vom Südwesten oder Süden her, von der Cyrenaika oder von einem weiter westlich liegenden Punkte der afrikanischen Nordküste nach Creta gelangen konnte, ist klar; noch bedeutsamer aber scheint es mir, dass die sicher von Norden eingewanderten Formen 17, 18, 26, 33, 35 und 37 und die von Osten oder Norden herstammenden Arten 12, 29 und 30, denen doch so viele nahegelegene Inseln als Etappen eine ungehinderte Annäherung an die langgestreckte und mit ihrer grössten Ausdehnung gegen Norden gerichtete Insel Creta zu gestatten scheinen, sämmtlich Creta nicht erreicht haben und dadurch die auffallende Reptilarmuth (10 Arten: 31 Procent des gesammten Reptil-Bestandes) der grossen und jedenfalls schon sehr lange Zeit ausser Festlandsverbindung

stehenden Insel bedingen. Andererseits scheint die Armuth Creta's an Reptilien und Batrachiern vielleicht auch darauf hinzudeuten, dass die Erhebung dieser Insel älteren Datums ist als z. B. die Abtrennung Euboeas und der nördlichsten Cykladen vom Festland und die Entstehung der Dardanellen. Die Cykladen besitzen nämlich in ihrer Gesammtheit gerade die doppelte Anzahl von Reptilarten wie Creta (20 Arten; $62\frac{1}{2}$ Procent des Bestandes) und fast so viel wie Mittelgriechenland (21 Arten; 66 Procent), und müssen deshalb als für kleine Inseln auffallend reiche Reptilgebiete erklärt werden. Sie sind, auch wenn wir nicht wüssten, dass die nördlichste Reihe der Cykladen nur eine Fortsetzung des vom Peliongebirge längs der Insel Euboea laufenden, archaischen und altsedimentären Gebirgszuges darstellen, als Reste einstmaligen Festlandes zu betrachten, die erst in einer uns relativ sehr nahe liegenden Zeitepoche zu Inseln geworden sind. Am höchsten stellt sich der Procentsatz vorkommender Arten (22 = 69 Procent des Bestandes) für die kleinasiatischen Inseln und (25 = 78 Procent) für Kleinasien selbst. Für die übrigen der von uns aufgeführten Gruppen dürfte eine eingehendere Discussion der Verbreitungsverhältnisse unnöthig oder verfrüht sein, da einestheils für das continentale Griechenland das speciell uns vorliegende Material hierzu nicht ausreicht, anderntheils die Forschungen in Euboea noch nicht abgeschlossen genannt werden dürfen, und der Batrachier- und Reptil-Bestand der Nördlichen Sporaden überhaupt noch vollkommen unbekannt ist.

Dem Festland von Griechenland und dem von Kleinasien gemeinsame, aber den zwischenliegenden Inseln fehlende Reptilien giebt es überhaupt nicht; alle Arten, denen die klimatischen und Nahrungsverhältnisse es gestatteten, sich — namentlich nach Westen hin — auszubreiten, haben auch die ihnen gezogenen örtlichen Schranken überschritten. Endlich ist zu beachten, dass die Artenzahl der Reptil-Kategorie V fast doppelt so gross ist (8 Arten) als die der Kategorien I und II zusammen (5 Arten), dass mit anderen Worten die Wanderungen der griechisch-kleinasiatischen Reptilien von Westen nach Osten in das von uns behandelte Gebiet nahezu um das Doppelte erfolgreicher gewesen zu sein scheinen als in umgekehrter Richtung, da — gleiche klimatische und Nahrungs-Bedingungen und ursprünglich gleiche Anzahl von Autochthonen im Westen wie im Osten vorausgesetzt — die Zahl der endemischen Bewohner von Griechenland weit kleiner geworden ist als die von Kleinasien.

Zwei neue Blattwespen-Arten.

Von Pastor Fr. W. Konow
zu Fürstenberg i. M.

(Vorgelegt von Hrn. Fr. E. Schulze am 19. Januar [s. oben S. 15].)

Hr. Lieutenant E. v. Oertzen hat von seiner im Sommer 1887 unternommenen Reise 31 Blattwespen mitgebracht, die sich auf folgende Species vertheilen: *Abia mutica* Thoms. von Skyros (nördliche Sporaden), *Arge debilis* Knw. von Rhodos und Samos, *Nematus* nov. spec. vom Lasithi-Gebirge auf Creta, *Athalia Rosae* L. *var. cordata* Lep. und *Hoplocampa brevis* Klg. ebendaher, *Hoplocampa Oertzeni* nov. spec. von Karpathos (südliche Sporaden), *Emphytus balteatus* Klg. (= *calceatus* André) von Rhodos, *Emphytus didymus* Klg. (= *nigritarsis* Brull.) von Karystos auf Euboea, *Dolerus melanopterus* nov. spec. und *Tenthredopsis albonotata* Brull. ebendaher: eine höchst interessante Ausbeute, welche zeigt, wie lohnend es sein würde, jene Gegenden einmal gründlich nach Blattwespen zu durchforschen.

Die bisher bekannten *Hoplocampa*-Arten sind in folgender Weise zu disponiren:

Gen. *Hoplocampa* Htg.

1. Kopfschild mehr weniger tief ausgerandet oder ausgeschnitten; Bauch grösstentheils hell gefärbt, 2. — Kopfschild flach ausgerandet, Hinterleib ganz oder fast ganz schwarz, 9.

2. Stigma am Grunde verdunkelt, 3. — Stigma gleichmässig hell gefärbt, 5. — Stigma ganz blassbraun, 9.

3. Stigma zur Hälfte schwarzbraun; Mesonotum, Metanotum und Hinterleibsrücken schwarz; Fühler kräftig und verhältnissmässig lang; grösseste Art; 6—7^{mm} lang. Mittel-Europa.

1. *H. testudinea* Klg.

— Stigma am Grunde licht bräunlich, nur wenig dunkler als an der Spitze, 4.

4. Fühler kaum länger als der Thorax; Kopf und Brust roth, ungefleckt: Mesonotum rothbraun mit dunklen Wischen; Hinterleibsrücken fast ganz schwarz; 4—5^{mm} lang. Europa.

2. *H. brevis* Klg.

— Fühler länger als Kopf und Thorax zusammen: Kopf beim ♀ mit schwarzem, die Ocellen einschliessenden Scheitelfleck, beim ♂ schwärzlich mit unbestimmten lichteren Flecken: Mesonotum, Metanotum und ein dreieckiger Fleck am Grunde des Hinterleibsrückens, beim ♀ auch ein Brustfleck und die Spitze der lang hervorragenden Sägescheide schwarz; viel schmaler als *brevis;* 4—5^{mm} lang. Mittel-Europa.

3. *H. pectoralis* Thoms.

5. Kopfschild bogenförmig ausgerandet; Interantennalgrube der Stirn sehr flach und undeutlich, 6. — Kopfschild dreieckig ausgeschnitten, Interantennalgrube tief, 7.

6. Körper rothgelb, auf Mesonotum und Hinterleibsrücken oft schwarz gefleckt; Flügel wenig länger als der Körper; leicht gelblich mit gelblichem, manchmal an der Basis deutlicher gelb gefärbtem Stigma; Hinterschenkel ziemlich kräftig; 3—4^{mm} lang. Mittel- und Nord-Europa.

4. *H. Crataegi* Klg.

— Körper blassgelb, höchstens auf dem Mesonotum mit lichtbräunlichen Flecken; Flügel viel länger als der Körper, sehr bleich mit weisslichem Stigma; Hinterschenkel schmaler als bei der vorigen Species; 4—4^{mm}.5 lang.

5. *H. alpina* Thoms.

7. Mesonotum und beim ♀ ein Brustfleck schwarz.

6. *H. Oertzeni* n. sp.

— Mesonotum und Brust rothgelb, ersteres selten gefleckt, 8.

8. Mesonotum kaum punktirt, glänzend; Hinterleibsrücken grossentheils und beim ♂ ein kleiner, beim ♀ ein breiter Stirnfleck schwärzlich; Flügel leicht gelblichgrau, 4—5^{mm}.5 lang. Mittel-Europa.

7. *H. plagiata* Klg.

— Mesonotum dicht punktirt, fast matt; Körper ganz gelbroth und nur die Flügelgruben schwarz; selten um die Ocellen und auf

dem Mesonotum ein dunkler Wisch; Flügel rothgelb: 4—5^{mm} lang: Mittel-Europa.

8. *H. ferruginea* Pz.

9. Hinterleib ganz schwarz, 10. — Bauch oder wenigstens der After hell gefärbt, 11.

10. Lippe und Mandibeln wie der ganze Körper schwarz; Fühler heller oder dunkler gelbbraun, am Grunde schwarz; Vorderbeine ganz rothgelb; 3.5—4^{mm} lang. Mittel-Europa.

9. *H. fulvicornis* Klg.

— Lippe und Mandibeln, sowie die Flügelschuppen dunkel rothbraun; Fühler und Beine schwarz, Kniee, Schienen und Tarsen pechbraun; 4^{mm}.5 lang.

10. *H. Xylostei* Gir. ♀[1]

11. Hinterleib schwarz und nur der After schmutzig rothgelb; Fühler rothgelb; die mittleren Glieder manchmal etwas verdunkelt, die Grundglieder heller; Stigma bleich gelblich mit etwas dunklerer Basis; 2.5—3^{mm} lang. Mittel-Europa.

11. *H. rutilicornis* Klg.

— Bauch gelbroth; Fühler blass bräunlich, beim ♂ an der Unterseite heller; Stigma blassbraun; Brust beim ♂ roth, beim ♀ schwarz: 3^{mm} lang.

12. *H. chrysorrhoea* Klg.

Ad 2. *H. brevis* lebt auf Rosen und ist eine durch ganz Europa verbreitete Species. Hr. Lieutenant E. v. Oertzen hat dieselbe auch auf Creta, im Lasithi-Gebirge, in einer Höhe von etwa 2000^{m} erbeutet. Bei einer so weiten Verbreitung musste es auffallen, dass überall nur Weibchen gefangen wurden; und die Species ist lange Zeit in der Liste derjenigen Blattwespen-Arten geführt worden, welche angeblich ohne Männchen existiren und sich fortpflanzen. Aber auch *Hoplocampa brevis* hat ein Männchen! Ich sah ein solches in der Sammlung des Hrn. Director Raddatz in Rostock und der glückliche Entdecker erzählte mir: die Männchen dieser Species seien ausserordentlich flüchtige Thierchen, die nur in der brennenden Mittagshitze ausschlüpfen und dann sofort sich hoch in die Luft schwingen,

---

[1] Mir unbekannt.

wo wahrscheinlich die Begattung vor sich gehe. Überdies sei denselben offenbar eine sehr kurze Lebenszeit zugemessen, so dass es nur einem besonders glücklichen Zufall zugeschrieben werden könne, wenn einmal ein Männchen erbeutet werde. Des vorhandenen habhaft zu werden, sei nur möglich gewesen, weil dasselbe durch irgend welchen Zufall an einem Flügel verletzt und dadurch zum Fliegen unfähig gewesen sei. — Ich besitze ein weibliches Exemplar dieser Species mit zehngliedrigen Fühlern.

Ad 6. *H. Oertzeni* n. sp. *Testacea, subnitida; capitis vertice et in femina litura frontem circumfluente nigricantibus; meso- et metanoto maculaque dorsali in basi abdominis sita, feminae etiam macula pectorali et vagina nigris; capitis clypeo apice triangulariter exciso; fovea interantennali profunda; antennis testaceis, basi dilutioribus, articulis mediis obscuratis, gracilibus, abdomen longitudine aequantibus, articulo tertio 4. fere breviore; alis brevioribus, griseo-hyalinis, nervis fuscis, stigmate sordide testaceo. Mas segmento ultimo ventrali apice rotundato.* — Long. 3—4^{mm}. — Patria: *Sporades.*

Die von Hrn. Lieutenant E. v. Oertzen am 14. Mai 1887 auf der Insel Karpathos am westlichen Abhang des Berges Lastros von blühendem Weissdorn geklopfte Species ist der *H. Crataegi* ebenso wie *pectoralis* nahe verwandt und der letzteren Species sehr ähnlich gefärbt. Von ersterer unterscheidet sie sich specifisch durch das dreieckig ausgeschnittene Kopfschild und die viel tiefere Interantennalgrube: von *pectoralis* ist sie hauptsächlich verschieden durch die verhältnissmässig kürzeren und schmaleren Flügel, sowie durch die Länge des dritten Fühlergliedes. An den kräftigeren, verhältnissmässig längeren und wenigstens beim Weib dunkler gefärbten Fühlern der *pectoralis* ist das dritte Glied deutlich, wenn auch nur wenig länger als das vierte, während dasselbe Glied bei *Oertzeni* fast ein wenig kürzer ist als jenes. Bei *H. Crataegi* sind beide Glieder gleich lang.

Cameron beschreibt noch eine *H. gallicola*, welche in Gallen leben soll. Aber es ist eine bekannte Thatsache, dass kleine Blattwespen-Larven gerne alte Gallen zu Schlupfwinkeln für ihre Puppenruhe aufsuchen; und jene *Hoplocampa*, welche Mr. Parfitt aus *Nematus*-Gallen erzogen hat, dürfte mit diesen Gallen weiter nichts zu schaffen haben. *H. gallicola* Cam. wird wohl zu *pectoralis* Thoms. gehören.

Gen. *Dolerus* Leach.

D. melanopterus n. sp. *Niger, abdomine — segmento primo dorsali excepto — femoribus, tibiis, feminae etiam prothorace, mesopleurorum angulo superiore, tegulis, mesonoto cum scutello et pteropegis rufis; capite*

lato, temporibus postice haud profunde sulcatis; antennis crassiusculis, brevibus, maris abdomen, longitudine aequantibus, feminae abdomine brevioribus, articulo tertio 4. paululum longiore; temporibus et mesonoto profunde et grosse haud dense punctatis, nitentibus; alis saturate nigricantibus. Mas segmento ultimo ventrali subtriangulari, apice anguste rotundato, latitudine sua basali non longiore; segmenti ultimi dorsalis medio et forcipe nigris. Feminae vagina crassa, apice rotundata. — Long. 10—11^{mm}. — Patria: *Graecia.*

Obige Species wurde von Hrn. Lieutenant E. v. Oertzen in Attica und auf Euboea gesammelt. Dieselbe kann nicht als Varietät des allerdings sehr veränderlichen *D. pratensis* angesehen werden, da das letzte Bauchsegment des ♂ anders geformt ist. Dasselbe ist bei *pratensis* länger als breit, gegen die Spitze ein wenig verschmälert und hier viel breiter zugerundet, fast abgestutzt. Die Flügel sind viel dunkler als bei *pratensis*, tief schwarz; und die Sägescheide des ♀ ist dicker, an der Spitze (von oben gesehen) zugerundet, bei jener Species dagegen ziemlich lang stumpf zugespitzt.

D. melanopterus gehört zu derjenigen Abtheilung dieser Gattung, bei welcher die Augen kurz oval gerundet, die ersten Hinterleibssegmente fast polirt und glänzend, der Hinterleib und die Beine wenigstens theilweise roth gefärbt sind. Aus dieser Abtheilung sind mir bisher folgende Species bekannt:

1. Mesonotum und Mittelbrust dicht und gleichmässig fein punktirt; Scheitel quadratisch sehr flach gewölbt, seitlich durch scharfe Furchen begrenzt; die fünf ersten Rückensegmente glänzend glatt, fast polirt; Fühler des ♂ viel länger, des ♀ ein wenig kürzer als der Hinterleib; Beine schwarz und nur die Schienen dunkel rothbraun; 8—9^{mm}. — Europa.

1. *D. palustris* Klg.

— Mesonotum und Mittelbrust ungleichmässig mit feineren und gröberen Punkten besäet; Scheitel quer, stärker gewölbt, 2.

2. Mandibeln in der Mitte mehr oder weniger winklig gebogen; Fühler dünn, fast fadenförmig, viel kürzer als der Hinterleib, Flügel graulich glashell; Beine schwarz und nur die vorderen Schienen, beim ♂ gewöhnlich auch die Hinterschienen, mehr oder weniger roth; 7—8^{mm} lang. — Europa.

2. *D. aericeps* Thoms. (= *mandibularis* Knw.)

Var.: Beine grösstentheils roth.

Var. *rufipes m.*

— Mandibeln vom Grunde bis zur Spitze gleichmässig gebogen; Fühler kräftiger, so lang oder wenig kürzer als der Hinterleib; Flügel schwärzlich, 3.

3. Scheitel seitlich sehr undeutlich begrenzt; Schläfenfurche tief; Kopf verhältnissmässig klein, viel schmaler als der Thorax; Flügel grauschwarz; letztes Bauchsegment des ♂ länger als breit, an der Spitze breit zugerundet, fast abgestutzt; und die letzten Hinterleibssegmente des ♂ schwarz; Sägescheide des ♀ von oben gesehen zur stumpfen Spitze stark verschmälert; Beine grösstentheils roth; 8—10^{mm} lang. — Europa.

3. *D. pratensis* L.

Var: Beine grösstentheils schwarz und nur die Vorderschienen und Kniee an der Vorderseite rothbraun.

Var. *nigripes* Knw.

— Scheitel seitlich durch tiefe im Grunde glatte Furchen begrenzt; Schläfenfurche seicht; Kopf breit, wenig schmaler als der Thorax; Schläfen und Mesonotum sehr grob punktirt; Flügel tief schwarz; letztes Bauchsegment des ♂ nur so lang als am Grunde breit, fast dreieckig, an der Spitze schmal zugerundet, und der Hinterleib desselben roth, Segment 1 und die Mitte des achten Rückensegmentes, sowie die Zange schwarz; Sägescheide des ♀ zur abgerundeten Spitze wenig verschmälert; 10—11^{mm} lang. — Griechenland.

4. *D. melanopterus* n. sp.

Ad 2. *D. aericeps* ist eine ebenso variable Species wie *pratensis*. Es kommen besonders Exemplare vor, bei denen die Schläfen stark entwickelt sind, mit sehr flacher Schläfenfurche und sehr deutlichem metallischen Glanz, und bei welchen die Mandibeln viel weniger winklig gebogen sind. Der Unterschied zwischen dieser und der gewöhnlichen Form ist ein so auffälliger, dass ich lange Zeit geglaubt habe, zwei verschiedene Species unterscheiden zu müssen. Aber nachdem mir reichliches Material aus den verschiedensten Gegenden vorgelegen hat, habe ich mich überzeugt, dass die Diagnose Thomson's sich nur auf besonders kräftig entwickelte Exemplare bezieht. Von der rothbeinigen Varietät habe ich Exemplare von Breslau und aus Kroatien gesehen.

Im Süden kommt noch eine dem *aericeps* nahestehende Species vor, deren Männchen mir noch nicht bekannt geworden ist, und deren Beschreibung ich deswegen verschiebe.

Ad 3. *D. pratensis* ist in Färbung, Sculptur und Grösse ausserordentlich veränderlich. Was ich in der Deutschen Entomolog. Zeitschrift XXVIII, 2 (1884) S. 340 und 348 als *D. arcticus* glaubte unterscheiden zu können, muss zu *pratensis var. nigripes* gestellt werden. Typische Exemplare des *D. arcticus* Thoms. habe ich nicht gesehen, so dass ich die Species oben nicht einreihen konnte. Cameron führt statt *pratensis* den Namen *D. fulviventris* Scop. ein, wozu keine Nöthigung vorhanden sein dürfte.

Ausgegeben am 9. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond

Hr. Fr. Eilh. Schulze trug eine Abhandlung des Hrn. Prof. Gustav Fritsch über Bau und Bedeutung der Canalsysteme unter der Haut der Selachier vor.

Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen.

Von Prof. Dr. H. Hertz
in Karlsruhe.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 2. Februar [s. oben S. 87.])

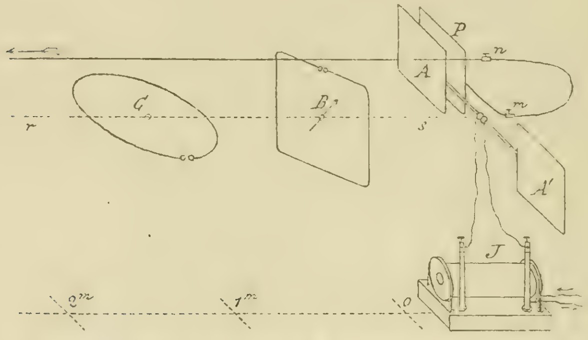
Wirken veränderliche elektrische Kräfte im Innern von Isolatoren, deren Dielektricitätsconstante merklich von Eins verschieden ist, so üben die jenen Kräften entsprechenden Polarisationen elektrodynamische Wirkungen aus. Eine andere Frage aber ist es, ob auch im Luftraum veränderliche elektrische Kräfte mit Polarisationen von elektrodynamischer Wirksamkeit verknüpft sind. Man hat die Folgerung ziehen können, dass wenn diese Frage zu bejahen ist, die elektrodynamischen Wirkungen sich mit endlicher Geschwindigkeit ausbreiten müssen.

Während ich mich vergeblich nach Versuchen umsah, welche eine unmittelbare Beantwortung der angeregten Frage hätten ergeben können, kam mir der Gedanke, es möchte möglich sein, jene Folgerung zu prüfen und zwar selbst dann, wenn die fragliche Geschwindigkeit die des Lichtes nicht unbeträchtlich überträfe. Der Plan, welcher für die Untersuchung aufgestellt wurde, war der folgende: Zuerst sollten mit Hülfe der schnellen Schwingungen eines primären Leiters[1] entsprechende regelmässige fortschreitende Wellen in einem geradlinig ausgespannten Drahte erzeugt werden. Zuzweit sollte ein secundärer Leiter gleichzeitig der Einwirkung der durch den Draht fortgepflanzten Wellen und der durch die Luft fortgepflanzten directen Wirkung der primären Schwingung ausgesetzt und so beide Wirkungen zur Interferenz gebracht werden. Endlich sollten solche Interferenzen in verschiedenen Abständen vom primären Strome hergestellt und so ermittelt werden, ob die Schwingungen der elektrischen Kraft in grösseren Entfernungen eine Phasenverzögerung gegen die

[1] Vergl. H. Hertz, Wiedemann's Ann. Bd. 21, S. 421; diese Berichte, 1887. 2. Hlbbd. S. 885.

Schwingungen in der Nähe aufwiesen oder nicht. Ein vorhandener Phasenunterschied würde eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit anzeigen. Dieser Plan hat sich in allen Theilen als durchführbar erwiesen. Die nach ihm angestellten Versuche haben ergeben, dass sich die Inductionswirkung durch den Luftraum allerdings mit endlicher Geschwindigkeit ausbreitet. Diese Geschwindigkeit ist grösser als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten. Das Verhältniss beider Geschwindigkeiten ist nach den bisherigen Versuchen etwa 45:28, darnach ergiebt sich die absolute Grösse der ersteren als von der Ordnung der Lichtgeschwindigkeit. Über die Ausbreitung der elektrostatischen Wirkungen konnte ein sicheres Urtheil noch nicht gewonnen werden.

Der primäre und der secundäre Leiter.



Der primäre Leiter AA' bestand aus zwei quadratischen Messingplatten von 40^{cm} Seitenlänge, welche durch einen 60^{cm} langen Kupferdraht verbunden waren. In der Mitte des Drahtes befand sich die Funkenstrecke, in welcher durch die sehr kräftigen Entladungen eines Inductoriums J die Schwingungen eingeleitet wurden. Der Leiter wurde 1^m5 über dem Fussboden so aufgestellt, dass der Draht horizontal lag, die Ebene der Platten vertical stand. Eine Gerade rs, welche wir durch die Funkenstrecke horizontal und senkrecht zur Richtung der primären Schwingung legen, wollen wir als die Grundlinie unserer Versuche bezeichnen. In der Grundlinie bezeichnen wir einen Punkt, welcher 45^{cm} von der Funkenstrecke entfernt ist, als den Nullpunkt.

Die Versuche wurden in einem grossen Hörsaal angestellt, in welchem sich auf eine Länge von 12^m hin keine festen Gegenstände in der Nachbarschaft der Grundlinie befanden. Während der Versuche wurde dieser Raum verdunkelt.

Als secundäre Strombahn diente theils ein Draht C, welcher die Gestalt eines Kreises von 35^{cm} Radius hatte, theils ein Draht B, welcher in die Gestalt eines Quadrats von 60^{cm} Seitenlänge gebogen war. Die Funkenstrecke beider Leiter war durch eine Mikrometerschraube einstellbar, die des letztgenannten war mit einer Loupe ausgestattet. Beide Leiter waren in Resonanz mit dem primären Leiter. Die (halbe) Schwingungsdauer aller drei betrug, aus Capacität und Selbstpotential des primären Leiters berechnet 1.4 Hundertmilliontel Secunde. Es ist freilich unsicher, ob die gewöhnliche Theorie elektrischer Schwingungen hier noch genaue Resultate giebt. Dass dieselbe für die Entladungen Leydener Flaschen noch richtige Zahlenwerthe ergeben hat, lässt uns vertrauen, dass auch hier ihre Resultate wenigstens der Ordnung nach mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Betrachten wir nun die Einwirkung der primären Schwingung auf die secundäre Strombahn in einigen für unseren Zweck wichtigen Lagen. Wir bringen zunächst den Mittelpunkt des secundären Leiters in die Grundlinie und lassen seine Ebene mit der durch die Grundlinie gelegten verticalen Ebene zusammenfallen. Wir wollen diese Lage als die erste Hauptlage bezeichnen. In derselben nehmen wir keine Funken im secundären Kreise wahr. Es ist dies leicht erklärlich, die elektrische Kraft steht in allen Punkten senkrecht auf der Richtung des secundären Drahtes.

Wir belassen nun den Mittelpunkt des secundären Leiters in der Grundlinie, bringen aber seine Ebene in die zur Grundlinie senkrechte Lage, die zweite Hauptlage. Es finden sich jetzt Funken im secundären Kreise, sobald die Funkenstrecke oberhalb oder unterhalb der durch die Grundlinie gelegten Horizontalebene liegt, keine Funken jedoch, wenn die Funkenstrecke in jene Ebene fällt. Mit der Entfernung von der primären Schwingung nimmt die Länge der Funken anfangs schnell, dann aber sehr langsam ab; ich konnte die Funken auf der ganzen mir zu Gebote stehenden Entfernung von 12^{m} beobachten, und zweifle nicht, dass in grösseren Räumen diese Entfernung sich wird erweitern lassen. Die Funken in dieser Lage verdanken ihr Dasein im Wesentlichen der elektrischen Kraft, welche jedesmal in dem der Funkenstrecke gegenüberliegenden Theil des secundären Kreises wirkt. Die Gesammtkraft lässt sich in den elektrostatischen und den elektrodynamischen Theil zerlegen; es unterliegt keinem Zweifel, dass in der Nähe der erstere, in der Ferne der letztere Theil überwiegt und die Richtung der Gesammtkraft angiebt.

Wir bringen endlich die Ebene des secundären Leiters in die horizontale Lage, während wir seinen Mittelpunkt in der Grundlinie belassen. Wir wollen sagen, der Leiter befinde sich jetzt in der

dritten Hauptlage. Benutzen wir den kreisförmigen Leiter, bringen seinen Mittelpunkt in den Nullpunkt der Grundlinie und führen seine Funkenstrecke langsam in ihm herum, so beobachten wir das folgende: Überall findet sehr lebhafte Funkenbildung statt. Die Funken sind am kräftigsten und etwa 6mm lang, wenn die Funkenstrecke dem primären Leiter zugekehrt ist, sie nehmen gleichmässig ab, wenn sich die Funkenstrecke von dort entfernt und erreichen einen Minimalwerth von etwa 3mm auf der dem primären Leiter abgekehrten Seite. Wäre der Leiter nur der elektrostatischen Kraft ausgesetzt, so würden wir Funkenbildung zu erwarten haben, wenn die Funkenstrecke auf der einen oder andern Seite in die Nachbarschaft der Grundlinie fällt, Auslöschung der Funken in den beiden mittleren Lagen. Und zwar wäre die Richtung der Schwingung bedingt durch die Richtung der Kraft in dem der Funkenstrecke gegenüberliegenden Theile des secundären Leiters. Über diese von der elektrostatischen Kraft erregten Schwingung legt sich aber die von der Inductionskraft erregte Schwingung, welche deshalb sehr kräftig ist, weil die Inductionskraft hier, um den geschlossen gedachten secundären Kreis herum integrirt, einen endlichen Integralwerth ergiebt. Diese Integralkraft der Induction hat eine von der Lage der Funkenstrecke unabhängige Richtung, sie wirkt entgegen der elektrostatischen Kraft in dem AA' zugekehrten, zusammen mit der elektrostatischen Kraft in dem von AA' abgekehrten Theil des secundären Leiters. Elektrostatische und elektrodynamische Kraft wirken daher zusammen, wenn die Funkenstrecke dem primären Leiter zugewandt liegt; sie wirken gegen einander, wenn die Funkenstrecke vom primären Leiter abliegt. Dass es in letzterer Lage die Inductionskraft ist, welche überwiegt und die Richtung der Schwingung bedingt, erkennt man daran, dass der Übergang aus dem einen in den andern Zustand ohne Erlöschen der Funken in irgend einer Lage erfolgt. Für unseren Zweck kommt es auf die folgende Bemerkung an: Liegt die Funkenstrecke um 90° nach rechts oder links aus der Grundlinie herausgedreht, so liegt sie in einem Knotenpunkte in Hinsicht der elektrostatischen Kraft, und die in ihr auftretenden Funken verdanken ihr Dasein lediglich der Inductionskraft: insbesondere noch dem Umstande, dass die letztere, um den geschlossenen Kreis genommen, von Null verschieden ist. In dieser besonderen Lage können wir also auch in der Nähe des primären Leiters die Inductionswirkung unabhängig von der elektrostatischen Wirkung untersuchen.

Ich darf erwähnen, dass sich die gegebenen Deutungen der Erscheinungen auf mehr Gründe, als hier angeführt sind, stützen: auf einige Bestätigungen, welche das Folgende bietet, weise ich hin.

Die Wellen im geradlinigen Drahte.

Um mit Hülfe unserer primären Schwingungen in einem Drahte fortschreitende Wellen zu erzeugen, welche unserem Zweck entsprechen, verfahren wir in folgender Weise. Hinter die Platte *A* setzen wir eine gleich grosse Platte *P*. Von der letzteren führen wir einen 1^{mm} starken Kupferdraht bis zum Punkte *m* der Grundlinie, von da in einem Bogen von 1^{m} Länge bis zum Punkte *n*, welcher etwa 30^{cm} über der Funkenstrecke liegt, und nun geradlinig parallel der Grundlinie fort bis auf solche Entfernung, dass eine Störung durch reflectirte Wellen nicht zu befürchten ist. In meinen Versuchen durchsetzte der Draht das Fenster, ging dann etwa 60^{m} frei durch die Luft und endete in einer Erdleitung. Nähern wir nun diesem Draht einen fast zum Kreise geschlossenen metallischen Leiter, so begleitet ein feines Funkenspiel in dem letzteren die Entladungen des Inductoriums. Die Intensität der Funken können wir verändern, indem wir den Abstand der Platten *P* und *A* variiren. Dass die Wellen im Drahte von gleicher Schwingungsdauer mit den primären Schwingungen sind, zeigt sich, wenn wir einen unserer abgestimmten secundären Leiter dem Drahte nähern. In diesen nämlich fallen die Funken viel kräftiger aus, als in irgend welchen anderen, grösseren oder kleineren Metallkreisen. Dass die Wellen wie in Hinsicht der Zeit, so auch in Hinsicht des Raumes regelmässig sind, kann erwiesen werden durch die Bildung stehender Wellen. Zu dem Ende lassen wir den Draht in einiger Entfernung vom Ursprung frei enden und nähern ihm unseren secundären Leiter in solcher Lage, dass die Ebene des letzteren den Draht aufnimmt und dass die Funkenstrecke dem Draht zugekehrt ist. Wir beobachten das Folgende: Am freien Ende des Drahtes sind die Funken im secundären Leiter sehr klein, sie nehmen an Länge zu, wenn wir uns dem Ursprunge des Drahtes nähern, in einiger Entfernung aber nehmen sie wieder ab und sinken fast auf Null, um dann wieder zuzunehmen. Wir haben einen Knotenpunkt gefunden. Messen wir nun die so gefundene Wellenlänge, machen die ganze Länge des Drahtes vom Punkte *n* an gerechnet, gleich einem ganzzahligen vielfachen dieser Länge und wiederholen den Versuch, so finden wir, dass jetzt die ganze Länge sich durch Knotenpunkte in einzelne Wellen getheilt hat. Bestimmen wir jeden Knotenpunkt für sich mit möglichster Sorgfalt und bezeichnen ihn durch einen aufgesetzten Papierreiter, so können wir uns überzeugen, dass die Abstände der letzteren ziemlich gleich werden und dass die Versuche einige Genauigkeit gestatten. Die Messbarkeit der Wellenlängen lässt mannigfache Anwendungen zu. Ersetzen wir den bisherigen Kupfer-

draht durch einen dickeren oder dünneren Kupferdraht oder durch einen Draht aus anderem Metall, so behalten die Knotenpunkte ihre Lage bei. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in allen solchen Drähten ist daher gleich, und wir sind berechtigt, von derselben als einer bestimmten Geschwindigkeit zu reden. Auch Eisendrähte machen keine Ausnahme von der allgemeinen Regel, die Magnetisirbarkeit des Eisens kommt also bei so schnellen Bewegungen nicht in Betracht. Es wird interessant sein, das Verhalten von Elektrolyten zu prüfen. Durch Messung der Wellenlängen können auch die relativen Schwingungsdauern verschiedener primärer Leiter bestimmt werden; es dürfte möglich sein, auf diesem Wege die Schwingungsdauern von Platten, Kugeln, Ellipsoiden u. s. w. zu vergleichen.

In unserem besonderen Falle zeigte sich, dass Knotenpunkte sehr deutlich hervortraten, wenn der Draht in 8^m oder wenn er in $5^m.5$ Entfernung vom Nullpunkt der Grundlinie abgeschnitten wurde. Im ersteren Falle fanden sich die Papierreiter, welche zur Bestimmung der Knotenpunkte benutzt waren, bei $-0^m.2$, $2^m.3$, $5^m.1$, 8^m, in letzterem bei $-0^m.1$, $2^m.8$, $5^m.5$ Entfernung vom Nullpunkt. Es erhellt, dass sich die (halbe) Wellenlänge im freien Draht wenig von $2^m.8$ unterscheiden kann. Dass die erste Wellenlänge von P ab gerechnet, kleiner erscheint, kann wegen der Anwesenheit der Platte und der Krümmung des Drahtes nicht Wunder nehmen. Aus einer Schwingungsdauer von 1.4 Hundertmilliontelu Secunde und einer Wellenlänge von 2.8^m ergiebt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in den Drähten zu $200000^{km/sec}$. Nach einer sehr guten Methode haben FIZEAU und GOUNELLE[1] im Jahre 1850 für diese Geschwindigkeit in Eisendrähten $100000^{km/sec}$, in Kupferdrähten $180000^{km/sec}$ gefunden. WERNER SIEMENS[2] hat im Jahre 1875 mit Hülfe von Flaschenentladungen Geschwindigkeiten von 200000 bis $260000^{km/sec}$ in Eisendrähten gefunden. Andere Messungen können kaum in Betracht kommen. Jene experimentell gefundenen Werthe nehmen den unsrigen gut in ihre Mitte. Da unser Werth mit Hülfe einer zweifelhaften Theorie gefunden ist, dürfen wir ihn nicht für eine neue Messung der gleichen Grösse ausgeben, wir dürfen aber umgekehrt aus der Übereinstimmung mit den Versuchsresultaten abnehmen, dass unsere berechnete Schwingungsdauer der Ordnung nach richtig ist.

[1] FIZEAU und GOUNELLE, Pogg. Ann. Bd. 80 S. 158.
[2] W. SIEMENS, Pogg. Ann. Bd. 157 S. 309.

Interferenz der directen mit der durch den Draht fortgeleiteten Wirkung.

Wir stellen die quadratische Strombahn B im Nullpunkt in der zweiten Hauptlage so auf, dass sich die Funkenstrecke im höchsten Punkt befindet. Die Wellen im Drahte üben jetzt keinen Einfluss aus, die directe Wirkung verursacht Funken von 2^{mm} Länge. Bringen wir nun B durch Drehung um eine verticale Axe in die erste Hauptlage, so findet umgekehrt eine directe Einwirkung der primären Schwingung nicht statt, aber die Wellen im Drahte erzeugen jetzt Funken, welche wir durch Annäherung von P an A ebenfalls fast auf 2^{mm} Länge bringen können. In mittleren Lagen werde beide Ursachen zu Funken Anlass geben und es ist denselben also die Möglichkeit geboten, nach Maassgabe ihrer Phasendifferenz sich gegenseitig zu verstärken oder zu schwächen. In der That beobachten wir eine derartige Erscheinung. Stellen wir nämlich die Ebene von B so ein, dass ihre Normale von derjenigen Seite des primären Leiters, auf welcher sich die Platte P befindet, wegweist, so fallen die Funken kräftiger aus, als selbst in den Hauptlagen; stellen wir aber jene Ebene so, dass ihre Normale auf P zuweist, so erlöschen die Funken und treten erst bei wesentlicher Verkleinerung der Funkenstrecke wieder auf. Bringen wir unter übrigens gleichen Umständen die Funkenstrecke im tiefsten Punkte von B an, so tritt Auslöschung dann ein, wenn die Normale von P abweist. Die Erscheinung selbst hatten wir erwartet, suchen wir uns klar zu machen, dass auch der Sinn der Einwirkung unserer Deutung entspricht. Um die Vorstellung zu fixiren, sei die Funkenstecke im höchsten Punkte gelegen, die Normale gegen P gekehrt (wie in der Figur). Fassen wir einen Zeitpunkt ins Auge, in welchem sich die Platte A im Zustand grösster positiver Ladung befindet. Die elektrostatische und damit die Gesammtkraft ist dabei von A gegen A' gerichtet. Die durch dieselbe in B erzeugte Schwingung ist bestimmt durch die Richtung der Kraft im unteren Theile von B. Es wird also die positive Elektricität gegen A' hin im unteren, von A' fort im oberen Theile getrieben. Achten wir nun auf die Wirkung der Wellen. So lange A positiv geladen ist, fliesst die positive Elektricität aus der Platte P heraus. Diese Strömung ist in dem von uns betrachteten Augenblick in der Mitte der ersten halben Wellenlänge des Drahtes im Maximum ihrer Entwickelung. Eine Viertelwellenlänge weiter vom Ursprung entfernt, nämlich in der Nähe unseres Nullpunkts, ist sie erst im Begriff, diese vom Nullpunkt abgewandte Richtung anzunehmen. Es drängt daher hier die Inductionskraft die benachbarte positive Electricität gegen

den Ursprung hin. Insbesondere in unserem Leiter B wird die positive Electricität in solche Kreisbewegung gesetzt, dass sie im oberen Theile gegen A' hin, im unteren von A' abzufliessen strebt. Sonach wirken in der That elektrostatische und elektrodynamische Kraft mit nahezu gleicher Phase gegen einander und müssen sich mehr oder weniger vernichten. Drehen wir den secundären Kreis um 90° durch die erste Hauptlage hindurch, so wechselt wohl die directe Wirkung ihr Zeichen, nicht aber die Wirkung der Wellen, und die beiden Ursachen verstärken einander. Das gleiche gilt, wenn wir den Leiter B in seiner Ebene so drehen, dass die Funkenstrecke in den tiefsten Punkt gelangt.

Wir schalten jetzt statt des Drahtstückes mn grössere Drahtlängen ein. Wir bemerken, dass dabei die Interferenz immer undeutlicher wird; haben wir ein Drahtstück von 250^{cm} Länge eingeschaltet, so ist sie gänzlich verschwunden, die Funken sind gleich lang, ob nun die Normale von P ab oder auf P zu weist. Verlängern wir den Draht weiter, so tritt wieder ein Unterschied der verschiedenen Quadranten auf, und die Auslöschung der Funken in dem einen wird ziemlich scharf, wenn 400^{cm} Draht eingeschaltet sind. Aber nun tritt im Gegensatz zu früher Auslöschung dann ein, wenn bei oben liegender Funkenstrecke die Normale von P ab weist. Bei weiterer Verlängerung verschwindet die Interferenz von Neuem, um dann bei Einschaltung von etwa 6^{m} Draht wieder in dem ursprünglichen Sinne aufzutreten. Die Erklärung dieser Erscheinungen durch die Verzögerung der Drahtwellen leuchtet ein, dieselben geben uns die Sicherheit, dass auch in den fortschreitenden Wellen nach je etwa 2.8^{m} die Zustände ihr Vorzeichen umgekehrt haben.

Wollen wir Interferenzen herstellen, während sich der secundäre Kreis C in der dritten Hauptlage befindet, so müssen wir den geradlinigen Draht aus seiner bisherigen Lage entfernen und ihn in der Horizontalebene an C entweder auf der Seite der Platte A oder der Platte A' vorbeiführen. Praktisch genügt es, wenn wir den Draht locker spannen, ihn mit einer isolirenden Zange fassen und ihn abwechselnd der einen oder der anderen Seite von C nähern. Wir beobachten das Folgende: Leiten wir die Wellen an derjenigen Seite vorbei, an welcher sich die Platte P befindet, so heben die Wellen die vorher bestandenen Funken auf. Führen wir die Wellen an der entgegengesetzten Seite vorbei, so verstärken sie die schon vorhandenen Funken; und zwar beides stets, welches auch die Lage der Funkenstrecke im Kreise ist. Wir sahen, dass in dem Augenblicke, in welchem die Platte A im Zustand stärkster positiver Ladung ist und in welchem also die primäre Strömung von A wegzufliessen beginnt,

die Strömung im ersten Knotenpunkt des geradlinigen Drahtes anfängt, vom Ursprung desselben ab zu fliessen. Beide Strömungen umkreisen also C in gleichem Sinne, wenn der geradlinige Draht auf der von A abgewendeten Seite von C liegt, im entgegengesetzten Falle umkreisen sie C in verschiedenem Sinne und ihre Wirkungen zerstören einander. Dass die Lage der Funkenstrecke gleichgültig ist, beweist unsere Annahme, dass die Richtung der Schwingung hier durch die elektrodynamische Kraft bestimmt ist.

Interferenzen in verschiedenen Entfernungen.

In gleicher Weise, wie im Nullpunkt, können wir auch in grösseren Entfernungen Interferenzen hervorrufen. Damit dieselben deutlich seien, haben wir dafür zu sorgen, dass die Wirkung der Drahtwellen jeweils von ähnlicher Grösse sei, wie die directe Wirkung, was wir durch Vergrösserung des Abstandes zwischen P und A bewirken können. Die Richtigkeit der folgenden Betrachtung liegt nun auf der Hand: Pflanzt sich die Wirkung durch den Luftraum mit unendlicher Geschwindigkeit fort, so muss sie mit den Drahtwellen nach je einer halben Wellenlänge der letzteren, also nach je $2^{\mathrm{m}}.8$ in entgegengesetztem Sinne interferiren. Pflanzt sich die Wirkung durch die Luft mit gleicher Geschwindigkeit wie die Drahtwellen fort, so wird sie mit jenen in allen Entfernungen in gleicher Weise interferiren. Pflanzt sich die Wirkung durch die Luft mit endlicher aber anderer Geschwindigkeit als die Drahtwellen fort, so wird die Interferenz ihren Sinn ändern, aber in Zwischenräumen, welche von $2^{\mathrm{m}}.8$ verschieden sind.

Um zu ermitteln, was thatsächlich stattfände, bediente ich mich zunächst der Art von Interferenzen, welche beim Übergang aus der ersten in die zweite Hauptlage beobachtet werden. Die Funkenstrecke befand sich oben. Ich beschränkte mich zunächst auf Entfernungen bis zu 8^{m} vom Nullpunkt an. Am Ende jedes halben Meters dieser Strecke wurde der secundäre Leiter aufgestellt und untersucht, ob ein Unterschied in der Funkenlänge zu constatiren sei, jenachdem die Normale gegen P hin oder von P fort wies. War ein solcher Unterschied nicht vorhanden, so wurde das Resultat des Versuchs durch das Zeichen ○ aufgezeichnet. Waren die Funken kleiner, während die Normale auf P hinwies, so wurde eine Interferenz constatirt, welche durch das Zeichen + dargestellt wurde. Das Zeichen — wurde benutzt, um eine Interferenz bei entgegengesetzter Richtung der Normale zu bezeichnen. Um die Versuche zu vervielfältigen, wiederholte ich sie häufig, indem ich jedesmal den Draht mn durch

einen 50^{cm} längeren Draht ersetzte und ihn so allmählig von 100^{cm} auf 600^{cm} anwachsen liess.

Die folgende leicht verständliche Übersicht enthält die Resultate meiner Versuche:

	0		1		2		3		4		5		6		7		8
100	+	+	C	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	+	+	+	+
150	+	C	−	−	−	−	○	C	○	○	○	+	+	+	+	+	○
200	○	−	−	−	−	−	○	+	+	+	+	+	○	○	○	○	○
250	○	−	−	−	−	○	○	+	+	+	+	○	○	C	○	○	○
300	−	−	−	−	○	+	+	+	+	+	○	○	○	C	−	−	−
350	−	−	○	+	+	+	+	+	+	○	○	○	−	−	−	−	−
400	−	−	C	+	+	+	+	○	C	○	○	−	−	−	−	−	−
450	−	○	+	+	+	+	+	○	C	○	−	−	−	−	−	−	○
500	−	○	+	+	+	+	○	−	−	−	−	−	○	C	○	○	+
550	C	+	+	+	+	○	○	−	−	−	−	−	○	C	○	○	+
600	+	+	+	+	○	○	−	−	·	−	−	○	○	○	+	+	+

Hiernach möchte es fast scheinen, als ob die Interferenzen nach je einer halben Wellenlänge der Drahtwellen ihr Zeichen änderten. Allein wir bemerken erstens, dass dies doch nicht genau zutrifft. So müsste sich in der ersten Zeile das Zeichen C wiederholen in den Entfernungen 1^m, 3^m8, 6^m6, während es sich offenbar seltener wiederholt. Zweitens bemerken wir, dass die Verschiebung der Phase schneller erfolgt in der Nähe des Ursprungs als in der Entfernung von demselben. Alle Zeilen zeigen dies übereinstimmend. Eine Veränderlichkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist nicht wahrscheinlich. Wir schieben vielmehr mit gutem Grunde diese Erscheinung auf den Umstand, dass wir die Gesammtkraft benutzen, welche sich in elektrostatische und elektrodynamische Kraft trennen lässt. Schon die Theorie hat wahrscheinlich gemacht, dass erstere, welche in der Nähe der primären Schwingung überwiegt, sich schneller ausbreitet als letztere, welche in der Entfernung fast allein zur Geltung kommt. Um zunächst das Thatsächliche der Erscheinungen in grösserer Entfernung festzustellen, habe ich wenigstens für drei Werthe der Länge *mn* die Versuche bis auf 12^m Entfernung ausgedehnt, was freilich nicht ohne einige Anstrengung möglich war. Hier sind die Resultate:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	+	○	−	−	○	○	○	+	+	+	+	+	○
250	○	−	−	○	+	+	○	C	○	○	−	−	−
400	−	○	+	+	○	○	−	−	−	−	○	○	○

Dürfen wir annehmen, dass in den grösseren Entfernungen nur die Inductionswirkung thätig ist, so werden wir aus diesen Beob-

achtungen schliessen, dass die Interferenz dieser mit den Drahtwellen nur nach je 7^m etwa ihr Zeichen wechselt.

Um nun aber die Inductionskraft auch in der Nähe der primären Schwingung, wo die Erscheinungen deutlicher sind, zu untersuchen, benutzte ich die Interferenzen, welche in der dritten Hauptlage auftreten, während die Funkenstrecke um $90°$ aus der Grundlinie herausgedreht ist. Der Sinn der Interferenz im Nullpunkt ist bereits oben erwähnt, dieser Sinn soll durch das Zeichen — angezeigt werden, während das Zeichen + eine Interferenz bei Vorbeileitung der Wellen auf der von P abgekehrten Seite von C bezeichnen soll. Durch diese Wahl der Vorzeichen setzen wir uns in Übereinstimmung mit der bisherigen Zeichengebung. Denn da die Inductionskraft der Gesammtkraft im Nullpunkt entgegengesetzt ist, würde auch unsere erste Tabelle mit dem Zeichen — beginnen, falls der Einfluss der elektrostatischen Kraft beseitigt werden könnte. Der Versuch zeigt nun zunächst, dass in einer Entfernung von 3^m noch immer Interferenz stattfindet und zwar von gleichem Vorzeichen, wie im Nullpunkt. Dieser Versuch, oft mit niemals zweideutigem Erfolge wiederholt, genügt, die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Inductionswirkung zu erweisen. Leider liessen sich die Versuche wegen der Schwäche dieser Art der Funken nicht auf eine grössere Entfernung als 4^m ausdehnen. Um auch innerhalb dieser Strecke eine Verschiebung der Phase constatiren zu können, wiederholte ich die Versuche mit Variation der Drahtlänge mn und gebe die Resultate in folgender Übersicht:

	0	1	2	3	4
100	—	—	—	—	○
150	—	—	○	○	○
200	○	○	○	+	+
250	○	+	+	+	+
300	+	+	+	+	+
350	+	+	+	+	○
400	+	+	+	+	○
450	+	+	+	○	○
500	+	+	○	○	○
550	+	○	○	○	—
600	○	—	—	—	—

Eine Discussion dieser Resultate zeigt, dass auch hier mit wachsender Entfernung die Phase der Interferenz sich ändert, und zwar so, dass in einer Entfernung von $7—8^m$ eine Umkehr des Vorzeichens zu gewärtigen ist.

Allein viel deutlicher tritt dieses Resultat hervor, wenn wir nunmehr die Beobachtungen der zweiten und der dritten Übersicht com-

biniren, indem wir bis zu einer Entfernung von 4^{m} die Ergebnisse der letzteren, darüber hinaus die der ersteren benutzen. In dem erstgenannten Intervall haben wir alsdann den Einfluss der elektrostatischen Kraft durch die besondere Lage unseres secundären Leiters vermieden, in dem letztgenannten fällt dieser Einfluss durch die schnelle Abnahme jener Kraft heraus. Wir dürfen erwarten, dass die Beobachtungen beider Intervalle sich einander ohne Sprung anschliessen werden und wir finden unsere Erwartung bestätigt. So erhalten wir nunmehr durch Nebeneinanderstellung der Zeichen die folgende Tafel für die Interferenz der elektrodynamischen Kraft mit der Wirkung der Drahtwellen:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	−	−	−	−	○	○	○	+	+	+	+	+	○
250	○	+	+	+	+	+	○	○	○	○	−	−	−
400	+	+	+	+	○	○	−	−	−	−	○	○	○

Auf diese Tafel gründe ich die folgenden Schlüsse:

1. Die Interferenz wechselt nicht nach je $2^{m}.8$ ihr Vorzeichen. Also breiten sich die elektrodynamischen Wirkungen nicht mit unendlicher Geschwindigkeit aus.

2. Die Interferenz aber ist auch nicht in allen Punkten in gleicher Phase. Also breiten sich die elektrodynamischen Wirkungen durch den Luftraum auch nicht mit derselben Geschwindigkeit aus wie die elektrischen Wellen in Drähten.

3. Eine allmähliche Verzögerung der Wellen im Draht bewirkt, dass eine bestimmte Phase der Interferenz gegen den Ursprung der Wellen hin wandert. Aus dieser Richtung der Wanderung folgt, dass von den beiden verschieden schnellen Ausbreitungen die Ausbreitung durch den Luftraum die schnellere ist. Denn wenn wir durch Verzögerung einer der beiden Wirkungen das Zusammentreffen beider früher herbeiführen, so haben wir die langsamere verzögert.

4. In Abständen von je etwa $7^{m}.5$ geht das Vorzeichen der Interferenz in das entgegengesetzte über. Nach Durchlaufung von je $7^{m}.5$ überholt daher die elektrodynamische Wirkung je eine Welle im Drahte. Während erstere die $7^{m}.5$ zurücklegte, hat letztere $7^{m}.5 - 2^{m}.8 = 4^{m}.7$ zurückgelegt. Das Verhältniss beider Geschwindigkeiten ist daher $75 : 47$ und die halbe Wellenlänge der elektrodynamischen Wirkung im Luftraum $2.8 \times \frac{75}{47} = 4^{m}.5$. Da diese Strecke in 1.4 Hundertmillionteln Secunde zurückgelegt wird, so ergiebt sich die absolute Geschwindigkeit der Ausbreitung durch die Luft zu

320000 Kilometern in der Secunde. Diese Angabe gilt nur der Ordnung nach, doch kann der wahre Werth schwerlich mehr als das Anderthalbfache und schwerlich weniger als zwei Drittheile des angegebenen Werthes betragen. Der wahre Werth kann lediglich durch Versuche ermittelt werden, sobald es gelingt, die Geschwindigkeit der Elektricität in Drähten genauer, als es bisher geschehen, zu bestimmen.

Die elektrostatischen Kräfte.

Da in der Nähe der primären Schwingung die Interferenzen allerdings nach 2^m8 ihr Zeichen wechseln, so möchte man schliessen, dass sich die hier vorzugsweise wirkende elektrostatische Kraft mit unendlicher Geschwindigkeit ausbreitet. Allein im Wesentlichen würde dieser Schluss auf einem einzigen Zeichenwechsel beruhen, und dieser eine Wechsel wird, abgesehen von jeder Phasenverschiebung dadurch erklärt, dass die Gesammtkraft in einiger Entfernung von der primären Schwingung das Vorzeichen ihrer Amplitude wechselt. Bleibt sonach die absolute Geschwindigkeit der elektrostatischen Kraft einstweilen unbekannt, so lassen sich doch bestimmte Gründe dafür anführen, dass elektrostatische und elektrodynamische Kraft eine verschiedene Geschwindigkeit besitzen. Der erste Grund ist dieser, dass die Gesammtkraft in keinem Punkte der Grundlinie verschwindet. Da in der Nähe die elektrostatische, in der Ferne die elektrodynamische Kraft überwiegt, so müssen in einer mittleren Lage beide entgegengesetzt gleich werden, und da sie sich nicht vernichten, so müssen sie zu verschiedenen Zeiten in dieser Lage eintreffen.

Der zweite Grund ist hergenommen aus der Verbreitung der Kraft durch den ganzen Raum. Um die Richtung der Kraft in irgend einem Punkte der durch unsere Schwingung gelegten Horizontalebene zu bestimmen, stellen wir unseren secundären Leiter in dem betreffenden Punkte so auf, dass seine Ebene vertical ist, während die Funkenstrecke sich im höchsten Punkte befindet. Wir suchen alsdann durch Drehung um eine verticale Axe diejenige Lage auf, in welcher die Funken verlöschen oder fast verlöschen. Haben wir diese Lage gefunden, so ergiebt uns eine Normale zur Ebene des Leiters die Richtung der Kraft. Wir finden nun: In Entfernungen grösser als $2—3^m$ ist die Kraft durchaus parallel der Schwingung, sie scheint nur durch die Wirkung der Induction bestimmt. In unmittelbarer Nähe des primären Leiters ist die Vertheilung der Kraft sehr ähnlich derjenigen, welche die elektrostatischen Ursachen, allein wirkend, bedingen würden. In

mittleren Entfernungen sind die Erscheinungen im Allgemeinen complicirter. Insbesondere giebt es vier eigenthümliche Punkte, etwa 1.2^m vor und hinter dem äusseren Rande jeder der Platten A und A', in welchen sich eine Richtung der Kraft kaum angeben lässt, weil bei Drehung des secundären Kreises die Funken in allen Lagen nur geringe Unterschiede zeigen. Es scheint dies nur in der Weise zu deuten, dass hier die elektrostatische und die elektrodynamische Componente, senkrecht auf einander und nahezu gleich, mit merklicher Phasendifferenz eintreffen, so dass sie sich nicht zu einer geradlinig schwingenden Resultanten zusammensetzen, sondern zu einer Resultanten, welche während jeder Schwingung die Richtungen der Windrose durchläuft.

Der Umstand, dass verschiedene Theile der Gesammtkraft eine verschiedene Geschwindigkeit besitzen, ist auch insofern von Wichtigkeit, als er einen von dem bisherigen unabhängigen Beweis dafür bildet, dass mindestens einer dieser Theile sich mit endlicher Geschwindigkeit ausbreiten müsse.

Ausgegeben am 16. Februar.

1888.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. von Sybel las über die Dresdener Conferenzen 1850/51.

2. Hr. Kirchhoff legte vor: Inschriften von der Akropolis zu Athen. (Fortsetzung).

Die Inschriften erscheinen in einem der nächsten Berichte.

Ausgegeben am 16. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Dillmann las über das Adlergesicht in der Apokalypse des Esra.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. Zeller legte im Namen der Aristoteles-Commission den von Hrn. Hayduck herausgegebenen neuen Band der Aristoteles-Commentatoren vor: Asclepii in Metaphysica commentaria. Berlin 1888.

3. Hr. von Bezold überreichte: Die meteorologischen Ergebnisse im Jahre 1886. Herausgegeben von dem Kgl. Preuss. meteorologischen Institut: 4°. Berlin 1888.

Am 10. Februar starb das auswärtige Mitglied der Akademie, Hr. Lebrecht Fleischer in Leipzig.

Über das Adlergesicht in der Apokalypse des Esra.

Von A. Dillmann.

Von der fünften Vision in der s. g. Apokalypse des Esra, von dem berühmten Adlergesicht (Cap. 11 und 12), ist es trotz alles darauf verwendeten Scharfsinnes einer grossen Anzahl der tüchtigsten Gelehrten[1] bis heute nicht gelungen, eine durchaus befriedigende Deutung, welche allen Angaben des Textes gerecht würde, zu finden, und fast möchte man an der Möglichkeit einer solchen überhaupt verzweifeln. Wenn ich gleichwohl noch einmal das Wort dazu nehme, so geschieht das nur, weil ich glaube, den Grund des Misslingens aller bisherigen Versuche aufdecken und damit den einzig möglichen Weg zur Hebung der noch übrigen Anstände weisen zu können. Ich führe übrigens damit nur aus, was ich schon anderswo[2] in aller Kürze angedeutet habe.

Früher hat man wohl den Adler mit seinen 12 Flügeln, 8 Nebenflügeln und 3 Häuptern in der Geschichte Roms von Romulus bis Caesar (so Laurence, van der Ulis, Lücke[2]), oder auch (so Hilgenfeld) die 12 und 8 Flügel in der Reihe der ptolemaeischen, später (Hilgenfeld[2]) der seleukidischen Regentenreihe, und die 3 Häupter in Caesar, Antonius und Octavianus bis zum Jahr 30 v. Chr. nachweisen zu können geglaubt. Doch können diese Deutungen jetzt als beseitigt gelten,[3] und sind die meisten Gelehrten neuerdings darüber einverstanden, dass in dem Adler das römische Kaiserreich von J. Caesar an gezeichnet ist (wie schon Corrodi im Jahre 1781, Lücke[1] 1832 und Gfrörer 1838 gesehen haben). Wenn aber fast alle in den 3 Häuptern, welche die ganze Regentenreihe beschliessen, die 3 Flavier deutlich

[1] Die vollständige Literatur darüber s. bei Hilgenfeld, Messias Judaeorum Lips. 1869, S. LIV ff., und bei Schürer, Geschichte des jüdischen Volks im Zeitalter Jesu, 1886, Bd. 2, S. 661.

[2] In Herzog-Plitt, Real-Encyclopädie für prot. Theologie u. Kirche, 2. Ausg. Bd. 12, S. 356.

[3] Die Gründe s. in Kürze bei Schürer S. 652 f.

gezeichnet finden, so scheitern sie an der durch Cap. 12, 14 f. 20 geforderten Aufgabe, 12 und 8 Herrscher in der Kaisergeschichte vor Vespasian nachzuweisen, und es ist darum nicht zu verwundern, wenn (nach F. G. Hartwig's Vorgang 1783) von Gutschmid[1] und Le Hir[2] erst in Septimius Severus, Geta und Caracalla die 3 Häupter erkennen wollen, und das Jahr 218 n. Chr. als Datum der Abfassung bezeichnen, aber dann freilich auch, da ja das Dasein der Esra-Apokalypse in der altchristlichen Literatur schon viel früher bezeugt ist, die ganze Adlervision für einen jüngeren Einschub erklären müssen.

In der That kann man nicht mit Gfrörer und K. Wieseler, um 12 Kaiser entsprechend den 12 Flügeln herauszubringen, ausser den 6 Juliern und Galba, Otho, Vitellius, auch noch Vindex, Nymphidius, Piso zu den Kaisern rechnen, und dann gar die 8 Nebenflügel in den Herodiern, oder auch in Anführern der Juden während des Vespasiankrieges suchen, da vielmehr nach der Darstellung des Textes auch die Nebenflügel Herrscher des römischen Reichs, sei es wirkliche, sei es die Herrschaft blos erstrebende, waren. Noch unmöglicher ist natürlich die Auskunft,[3] dass die Zahl 12 und 8 nicht zu urgiren, und unter den 12 Flügel nur die Julier im allgemeinen, und unter den 8 Nebenflügeln einige Usurpatoren nach Nero zu verstehen seien: denn zu was gebraucht man überhaupt Zahlen, wenn sie das, was damit bezeichnet wird, nicht ausdrücken sollen? Aber auch kaum besser ist es, wenn zu allerletzt Schürer (S. 656) die 12 Flügel, wie schon Gfrörer, zählt, die Nebenflügel aber auf römische Feldherren und Prätendenten bezieht und dazu bemerkt: »allerdings mussten wir »die bekannteren Usurpatoren schon in Anspruch nehmen, um die »Zwölfzahl voll zu erhalten. Allein es scheint eben, dass der Ver»fasser alle diejenigen Feldherren mitzählt, die in der Zeit der Ver»wirrung (Jahre 68—70) irgend einmal mit Herrschaftsgelüsten auf»traten. Und solcher möchten sich doch am Ende noch 6 aufbringen »lassen. Denn nur um 6 handelt es sich, da die beiden letzten Neben»schwingen keine geschichtlichen Personen repräsentiren«. Schliesslich heisst das doch nichts, als ein non liquet aussprechen und widerstreitet auch geradezu dem Text (11, 20 f. 12, 2. 20 f. 29), wornach die mehreren derselben, wenn auch nur kurze Zeit, die Herrschaft inne hatten. Mit derartigen Lösungsversuchen kann man sich doch nicht ernstlich zufrieden geben, wenn man bedenkt, dass die Ver-

---

[1] In der Zeitschrift für wissenschaftliche Theologie Bd. 3 (1860) S. 33 ff.

[2] Etudes bibliques I. 1869 S. 139 ff.

[3] J. Langen, das Judenthum in Palästina zur Zeit Christi, 1866 S. 132 f.

fasser solcher Bücher gerade in den Zahlen die eigentlichen Spitzen ihrer apokalyptischen Kunst suchten und fanden, und deren genaues Zutreffen auf die Geschichte als Bürgschaft für die Richtigkeit ihrer Zukunftshoffnungen angesehen wissen wollten.

Noch einen anderen Ausweg hat endlich EWALD[1] (zum Theil nach CORRODI) eingeschlagen. Von der nahe liegenden Beobachtung aus, dass die 6 Julier, 3 Zwischenkaiser und 3 Flavier gerade die Zwölfzahl ausmachen, meinte er, dass die 12 Flügel eben diese 12 Kaiser seien. Aber wenn er nun weiter annahm, dass die 3 letzten derselben auch wieder besonders als die 3 Häupter, und dass 8 derselben (nämlich Caesar, Cajus, Galba, Otho, Vitellius, Vespasianus, Titus, Domitianus) auch wieder als die 8 Nebenflügel dargestellt werden, so geschah das in schreiendem Widerspruch gegen den Text, welcher immer und überall die 3 Kategorien genau und scharf unterscheidet. Auch dieser Ausweg ist völlig unannehmbar.

Glücklicherweise sind mit den genannten Deutungsversuchen die Möglichkeiten noch nicht erschöpft. Es ist das Verdienst G. VOLKMAR's[2], den richtigen Weg gezeigt zu haben, indem er darauf aufmerksam machte, dass weil ein Vogel nicht mit 1, sondern mit 2 Flügeln fliegt, unter den 12 und 8 Flügeln nur 6 und 4 Herrscher dargestellt sein werden. Mit dieser Erkenntniss vereinfacht sich die Lösung des Räthsels in ganz überraschender Weise, und bis auf einen kleinen Rest treffen unter dieser Voraussetzung die Aussagen des Buchs auf die geschichtliche Wirklichkeit zu. Dass man, zumal nach jüdischem Sprachgefühl, 12 Flügel sagen konnte, wo man 6 Flügelpaare meint, geht aus Jes. 6, 2 und Hez. 1, 6. 11 unwidersprechlich hervor. Dass aber auch der Verfasser des Esrabuches wirklich immer 2 als zusammengehörig gedacht wissen will, wird schon wahrscheinlich, wenn man darauf merkt, dass er zwar vom ersten, zweiten, dritten Flügel (d. h. Flügelpaar) spricht (11, 12—18), aber nirgends eine ungerade Zahl von Flügeln (z. B. 3, 5, 7 Flügel) summirt, und dass, wenigstens wo er die 8 Kleinflügel besondert, er sie immer abpaart, also die 8 in 2 und 6, die 6 in 2 und 4, die 4 in 2 und 2 zerlegt (11, 22—24. 27 f. 31). Seinerseits hat VOLKMAR mit Recht für seine

[1] EWALD, das vierte Buch Esra nach seinem Zeitalter, seinen arabischen Übersetzungen und einer neuen Wiederherstellung, Göttingen 1863 S. 8 ff. (in den Abhandlungen der K. Ges. der Wiss. zu Göttingen).

[2] VOLKMAR, das vierte Buch Esra und apokalyptische Geheimnisse überhaupt, Zürich 1858, und ausführlicher in dem sehr gründlichen Commentar zum Buche, im Handbuch der Einleitung in die Apokryphen, zweite Abtheilung: das vierte Buch Esra, Tübingen 1863. Auf diesen Commentar beziehen sich weiterhin unsere Citate. Hrn. VOLKMAR stimmte bei E. RENAN in Revue des deux mondes 1875, 1er Mars p. 127 bis 144.

Auffassung geltend gemacht, dass einmal (da wo von den Kleinflügeln die Rede ist) in Cap. 11, 27 noch in der alten Latina statt der gewöhnlichen singularischen Formel der zweite Flügel (welche die morgenländischen Versionen auch hier haben) der pluralische Ausdruck *secundae velocius quam priores non comparuerunt*[3] erhalten ist, und eine Corruption aus ursprünglichem Singular *secunda* und *comparuit* sich schwer denken lässt. Volkmar hätte hinzufügen können, dass vielleicht auch schon V. 20 f. der pluralische Ausdruck ähnlich zu verstehen ist. Aber freilich dieser dortigen Lesart kann man immer entgegenhalten, dass in Cap. 11, 12—18, wo das Auftreten der Hauptflügel geschildert wird, es nicht heisst: »Die ersten, die zweiten, die dritten Flügel oder Flügelpaare erhoben sich«, sondern: »ein Flügel, der folgende (oder zweite) Flügel, der dritte Flügel erhob sich«, was unmöglich blosse Corruption aus jenem andern Ausdruck sein kann, also der Verfasser hier nicht Flügelpaare, sondern einzelne Flügel nennt. Ohne Zweifel konnte ein Schriftsteller, der Flügelpaare meinte, sich so nicht ausdrücken, ohne dass er einen Wink gab, dass die Flügel als Flügelpaare zu verstehen seien. Einen solchen Wink wollte Volkmar S. 256 f. in dem Ausdruck *aquila cui erant XII alae pennarum* (11, 1) erkennen, den er in πτερὰ πτερύγων zurückübersetzt und als »12 Flügel von Schwingen« versteht. Aber selbst zugegeben, dass von den beiden im lateinischen Text vorkommenden Ausdrücken *alae* und *pennae* jener dem πτερά, dieser dem πτέρυγες entspreche, und dass unter πτέρυγες (im Unterschied von πτερά) flugfähige (aus 2 Flügeln bestehende) Schwingen zu verstehen seien, so muss er doch selbst anerkennen, dass von Cap. 11, 19 an beide Ausdrücke auch wieder promiscue gebraucht werden, also ein ganz fester Unterschied zwischen beiden Ausdrücken nicht durchgeführt ist, und kann darum auch in Cap. 11, 1 ein ausreichender Wink in der angedeuteten Richtung nicht anerkannt werden. Auch seine Vermuthung, dass der Verfasser in seiner Handschrift nie XII oder IV Flügel, sondern immer ἓξ ἕξ oder δὶς ϛ', δυὸ δύο oder δὶς β' u. dergl. geschrieben haben werde, und erst die Übersetzer daraus XII oder IV u. dergl. gemacht haben, ist eben reine Vermuthung, und bei der sclavischen Wiedergabe des griechischen Textes in der alten Latina ist es recht unwahrscheinlich, dass hier das Original so stark verändert worden wäre. Hierin kann darum der betreffende Wink auch nicht gefunden werden. Wohl aber scheint mir ein deutlicher Wink vorzuliegen in dem Wort *a dextera parte* (11, 12 und 20). Wenn 11, 12 beim Beginn

[3] So in Cod. Turicensis und Dresdensis, während Sangermanensis (trotz *secundae*) *non apparuit* gibt.

der Geschichte der 12 Hauptflügel gesagt wird: *Et vidi et ecce a dextera parte surrexit una penna et regnavit,* oder 11, 20 beim Auftreten der Kleinflügel: *Et vidi et ecce in tempore sequentes pennae erigebantur et ipsae a dextera parte, ut tenerent principatum,* so wird niemand sich des Gedankens erwehren, dass dieses Wort im Gegensatz gegen *a laeva parte* gesagt sei. Nun kommt aber *a laeva parte* im weiteren Verlauf nirgends vor. Man hat deshalb gemeint, bei den Gegenflügeln in 11, 20 müsse die Lesart *a dextera* aus *a laeva* verdorben sein[1], wie denn wirklich der aethiopische Text in 5 von den 10 Handschriften, die ich verglichen habe, *a laeva* gibt. Aber die besten und ältesten unter ihnen haben *a dextra*; auch in einer der 5 anderen ist *a laeva* über der Zeile in *a dextra* verbessert, und da die sonst fast überall als die treuesten sich bewährenden lateinische und syrische Übersetzung *a dextra* geben, sogar die (übrigens recht unzuverlässige) armenische Version mit dem Lateiner und Syrer stimmt[2], so kann das *a laeva* einzelner aethiopischer Handschriften nicht als Lesart, sondern nur als willkührliche Änderung aufgefasst werden, beruhend auf demselben Gefühl, das schon van der Ulis veranlasst hatte, *a laeva* zu conjiciren, sofern man nämlich dachte, dem *a dextra* des V. 12 müsse irgendwo ein *a laeva* entsprechen. Ist aber die Lesart *a dextra* in 11, 12 und 20 die ursprüngliche, und wird also sowohl vom ersten der Grossflügel, wie vom ersten der Kleinflügel bemerkt, dass er sich von der rechten Seite erhob, so muss das in einer solchen Vision, wo jeder Zug bedeutsam ist, seinen Grund haben. Die etwaige Vermuthung, dass die rechte Seite den ersten Platz, die Priorität bezeichnen soll, ist darum unzutreffend, weil die Aussage, dass die Erhebung der Flügel vorn anfange, zu selbstverständlich, also nichtssagend wäre. Darum meinte Volkmar (S. 343. 345) und Ewald, die rechte Seite bezeichne in jenen Stellen die Glücksseite, wie 9, 38. 2, 47. 11, 24. 35. 12, 29. Nun kann man wohl zugeben, dass die Rechtsseite als Glücksseite den Juden so gut als den andern Semiten und den klassischen Völkern bekannt war. Aber geläufig war sie den Juden schwerlich; im Alten Testament erscheint sie so nur Gen. 35, 18, und beim Verfasser dieser Apokalypse in den angeführten Stellen ist sie vielmehr die Ehrenseite, nicht die Glücksseite. Man sieht auch gar nicht ein, warum gerade beim ersten Gross- und Kleinflügel (im Vorzug vor allen andern Gross- und Kleinflügeln) das Glück so besonders hervorgehoben wäre, da doch die durch sie bedeuteten Herrscher (Caesar und Galba) nicht ausnehmend glücklich waren, namentlich Caesar nicht gegenüber von

---

[1] So von Gutschmid, Hilgenfeld, Ewald, Langen.

[2] Der Araber hat's ausgelassen.

Augustus. Deshalb kann man auch diese Auslegung nicht zutreffend nennen. Und da auch von Orientirung nach Weltgegenden, wonach rechts die Südseite bedeutet, hier keine Rede sein kann, so muss jene zweimalige Bemerkung einen anderen Grund haben. Um ihn zu errathen, muss man das Doppelte bedenken, 1) dass es beidemal das erste Glied einer längeren Reihe, und nur dieses erste Glied ist, bei dem *a dextra* betont wird, und 2) dass nirgends ein *a laeva parte* ihm entgegengesetzt wird. Daraus folgt, dass nach dem Sinn des Verfassers jene kurze Bemerkung über den Anfang jeder Reihe genügt haben muss, um daraus sofort auch zu wissen, was es mit den folgenden Gliedern der Reihe und mit der linken Seite auf sich habe. Nun stelle man sich vor: der Seher sieht den Adler nicht von oben herab, auch nicht von vorn oder hinten, sondern von der Seite aus, indem er auf seiner Rechten steht, etwas niedriger als er, so dass er unmittelbar und genauer nur das auf der Rechtsseite des Adlers vor sich Gehende bemerkt, nämlich, wie da ein Flügel sich nach dem andern erhebt. Dass er über die Flügel der linken Seite nichts aussagt, ist dann leicht erklärlich, denn er durfte doch als selbstverständlich voraussetzen, dass weil ein Vogel eben nicht mit einem, sondern nur mit 2 Flügeln fliegen kann, mit der Erhebung des rechten auch die Erhebung des entsprechenden linken gegeben war. Mit anderen Worten, indem der Verfasser den Seher seine Beobachtung dessen, was am Adler vorging, von der rechten Seite desselben aus machen liess, deutete er hinreichend an, dass es sich in Wahrheit um 6 Doppelflügel handle; aber er deutete es auch blos an, sagte es nicht offen heraus, um nicht gegen das für eine Vision ziemende Halbdunkel zu verstossen.

Dies so vorausgesetzt, deckt sich nun wirklich alles in der Vision (im Unterschied von der Interpretation) ausgesagte vollkommen mit dem Geschichtsverlauf von Caesar bis Domitian-Nerva. Der Eingang (11, 1—11) zeichnet das Cäsarenreich im allgemeinen. Esra sieht im Traumgesicht einen Adler aus dem Meer, d. h. von unten her, aus der Tiefe (wie Dan. 7,3) aufsteigen, welcher 12 Flügel (alae pennarum) und 3 Häupter hatte. Der breitete seine Flügel über die ganze Erde aus; alle Winde des Himmels bliesen auf ihn ein (Dan. 7,2), und die Wolken sammelten sich zu ihm, d. h. hoch in die Lüfte sich erhebend überschwebt er die Erde nach allen Richtungen, sofern die stolze Römerherrschaft sich über die ganze οἰκουμένη ausbreitete. Aber weiter sieht er (V. 3—5) an diesem Adler aus seinen Flügeln *pennae contrariae* (ἀντίπτερα, Gegenflügel[1]), die aber

[1] Wenn der Aethiope auch für diese Gegen- und Kleinflügel immer አርእስት፡ (ausser 12,3) gibt, so ist das freilich für das Verständniss des Ganzen sehr verwirrend.

nur zu *pennacula modica et minuta* (Kleinflügeln) sich entwickelten, hervorwachsen, weil die Häupter sämmtlich, und so auch das mittlere, das grösste unter den dreien, ruhig blieben (*quiescebant*). Sowohl aus der Benennung Gegen- und Kleinflügel, als aus der Begründung ihres Herauswachsens ist klar, dass es sich hierbei um Usurpatoren oder vorübergehende Herrschaften handelt, welche nur, weil die Häupter nichts unternahmen, eine kleine Bedeutung gewinnen konnten. Von diesem so gestalteten Adler nimmt er (V. 6) noch einmal wahr, dass er *volavit in pennis suis et regnavit super terram et super eos, qui habitant in ea*, und wie *omnia sub coelo ei subjecta erant et nemo illi contradicebat;* das kann nach V. 2 doch wohl nur heissen, dass er seine Herrschaft über das Land (Palästina) und seine Weltherrschaft unangefochten, siegreich behauptete. Endlich (V. 9—11) sieht er noch, wie der Adler aufgerichtet auf seinen Krallen stehend seinen Flügeln zuruft, sie sollen nicht alle zugleich wachen, d. h. in Action treten, sondern sollen, jeder an seinem Ort schlafen (sich ruhig verhalten) und jeder zu seiner Zeit wachen, die Häupter aber auf die letzte Zeit aufbehalten werden, d. h. mit ihrer Action zuletzt an die Reihe kommen: mit anderen Worten: es sollen nicht gleichzeitige, sondern sich stetig folgende Herrscher sein. Auch bemerkte er, dass diese Mahnstimme nicht etwa von seinen Köpfen, sondern von der Mitte seines Körpers ausging, d. h. hier doch nur aus dem römischen Volk selbst, das die Alleinherrschaft verlangte. Und ebenso sieht er nachträglich, dass der Gegenflügel 8 waren. Damit ist das Wesen des Adlers, d. h. des Römerreichs im allgemeinen beschrieben: es ist ein monarchisches Reich, in welchem der Reihe nach die 12 Flügel, die 8 Kleinflügel und schliesslich die 3 Häupter zur Regierung kommen, unangefochten herrschend über die ganze *οἰκουμένη*.

Weiterhin handelt es sich um den Verlauf der Herrschaft der dreierlei Herrscher im besondern. Er sieht zuerst (V. 12—19), wie ein Flügel von der rechten Seite sich erhob, über die ganze Erde herrschte, aber während er herrschte, sein Ende kam und er verschwand, so dass seine Stelle nicht mehr sichtbar war; wie sodann der folgende sich erhob und herrschte und zwar eine lange Zeit, dann aber während seines Herrschens sein Ende kam, und er verschwand wie der erste, vor seinem Verschwinden aber eine Stimme

---

da auch die 3 Häupter diesen Namen führen, ist aber nicht mit van der Ulis und Volkmar aus ungehöriger Rücksichtnahme auf Dan. 7,7 ff. (wo ohnedem nur von Hörnern, nicht von Köpfen die Rede ist) zu erklären, sondern አርእስት፡ bedeutet hier Spitzen (wie Jud. 1,6 አርእስተ፡ እደዊሁ፡ *τὰ ἄκρα τῶν χειρῶν αὐτοῦ*, und ርእስ፡ ምእዘንት፡ *τὸ πτερύγιον* Luc. 4,9. Er hat entweder *ἀκρόπτερα* vor sich gehabt, oder *ἀντίπτερα* nach Analogie von *ἀντιδάκτυλος, ἀντίχειρ* genommen.

sich hören liess, die ihm ankündigte, dass keiner nach ihm eben so lang herrschen werde, wie er, nicht einmal halb so lang; endlich wie darauf der dritte sich erhob, herrschte und verschwand, und so der Reihe nach die übrigen Flügel, je einer, zur Herrschaft sich erhoben und dann verschwanden. Die Beschreibung der zweiten Schwinge lässt nicht den mindesten Zweifel, dass nur Augustus gemeint sein kann. Weder Ptolemaeus Lagi (Hilgenfeld[1]) mit seinen 40 Jahren, noch Seleucus Nicator (Hilgenfeld[2]), selbst wenn man diesem 43 Jahre gibt, hat mehr als doppelt so lang, als einer seiner Nachfolger geherrscht; nur von Augustus mit seinen 56 Jahren (von seinem ersten Consulat an gerechnet[1]) ist es wahr, verglichen mit irgend welchem Nachfolger in den drei ersten Jahrhunderten. Der erste Flügel kann dann nur J. Caesar sein, und auf ihn passt auch *et non apparuit, ita ut non appareret locus ejus*, sofern nach seiner Ermordung für die Alleinherrschaft keine Stelle mehr zu sein schien (Volkmar). Die Reihe der Kaiser, speciell der Julier, mit J. Caesar zu beginnen, hat zwar nicht an Tacitus, wohl aber an Suetonius eine Autorität, und erweist sich als den Juden geläufig aus Josephus ant. 18, 2, 2 und Sibyll. V. 12—15 (Volkmar 344). Ist man hiernach mit Sicherheit in die Reihe der Julier hineingeleitet, und kann man mit Recht vermuthen, dass der dritte Tiberius ist, so werden unter den übrigen Flügeln, die herrschten und dann verschwanden, die übrigen Julier Cajus, Claudius, Nero mit inbegriffen sein müssen. Dieser Julier sind aber zusammen 6, und damit ist die Reihe der Flügel der rechten Seite erschöpft. Wenn nun nach ihnen noch 6 andere zur Regierung gekommen wären, so müssten dies die der linken Seite sein, und Verfasser konnte unmöglich, nachdem er V. 6 ausdrücklich die rechte Seite genannt hatte, als von welcher der erste der Julier sich erhob, verschweigen, dass nun die von der linken Seite sich erhoben. Er sagt das aber nicht, sondern geht V. 20 auf etwas anderes über. Damit ist doch für jeden aufmerksamen Leser der Wink gegeben, dass mit den 6 genannten Herrschern die 12 Flügel erschöpft sind, mit anderen Worten, dass mit jedem Flügel der rechten Seite sich zugleich der entsprechende der linken erhoben hatte, und also die Flügel nicht einzeln, sondern paarweise in Betracht kommen (s. oben S. 220).

Nun sieht er (V. 20 ff.) die in der Zeit folgenden *pennae* sich aufrichten, ebenfalls[2] von der rechten Seite, um gleichfalls die Herrschaft zu behaupten. Dass damit nicht etwa die Grossflügel der linken Seite gemeint sind und dass nicht die Lesung *a laeva* herzu-

---

[1] von Gutschmid S. 37.

[2] *Et ipsae* hat die alte Latina (s. Hilgenfeld, Messias Jud. S. 164).

stellen sei, ist schon oben bemerkt (S. 219); vielmehr zeigt V. 22. 24 (wo *pennacula* für *pennae* eintritt), dass nur an die Kleinflügel gedacht werden kann. Sie sind jetzt nach den Juliern an der Reihe. Zunächst bemerkt der Seher V. 20^b. 21: »unter ihnen waren solche, welche sie (die Herrschaft) behaupteten, aber doch bald verschwanden, denn (*nam et*, καίγαρ) einige (*aliquae*) von ihnen richteten sich auf, aber behaupteten die Herrschaft nicht«. Diese Worte muss man als allgemeine, auf alle Kleinflügel bezügliche Schilderung auffassen; einige behaupteten sie wirklich, andere nicht, und das denn führt somit die Begründung davon ein, dass er blos sagt: *ex iis erant quae tenebant*, und nicht *eae tenebant*. Der Verfasser weiss nämlich, dass von den 3 Zwischenkaisern nicht alle allgemein anerkannt waren; mindestens dem Vitellius spricht er den wirklichen principatus ab (V. 28. 31), dem Otho erkennt er ihn (V. 27) wenigstens nicht ausdrücklich zu, und bei denen, *quae tenebant*, hat er also höchstens Galba und Otho (sammt Nerva), vielleicht aber blos Galba (Nerva) im Sinn. Der Plural *quae tenebant* (entweder Galba allein, oder Galba und Otho) und nachher *aliquae* (entweder Otho und Vitellius, oder Vitellius allein) stört in dieser Auffassung nicht, denn abgesehen davon, dass auch hier schon, wie V. 27 der Plural für einen einzigen Doppelflügel gebraucht sein könnte, scheint er eben absichtlich so unbestimmt allgemein sich ausgedrückt zu haben, weil er die Frage, welcher wirklich als Kaiser zu gelten habe und welcher nicht, nicht entscheiden wollte.

Nach dieser allgemeinen Zeichnung der Erhebung der Kleinflügel erzählt er V. 22 f. weiter: »Darnach sahe ich und siehe, unsichtbar (verschwunden) waren die 12 Flügel und 2 Kleinflügel (*pennacula*), und nichts war am Adlerleib übrig, als die 3[1] ruhenden Häupter und 6 Kleinflügel«. Damit will er deutlich einen Abschnitt markiren und zugleich etwas über das erste Paar Kleinflügel aussagen. Und das hat seinen guten Grund. Nämlich die Erhebung Galba's, wenn auch von ihm schon in Spanien angebahnt, beruhte doch auf ordnungsmässigem Beschluss der maassgebenden Behörden in Rom, im Unterschied von den folgenden Usurpatoren, welche durch Waffengewalt ihre Würde sich nahmen und höchstens nachträglich decretirt erhielten. Insofern konnte Galba noch zur ersten Kaiserreihe gezogen werden, während Otho und Vitellius nur das Vorspiel zur Flavierreihe bildeten. Ehe nun der Verfasser zu diesem zweiten Abschnitt übergeht, bemerkt er noch (V. 24), dass »von den 6 übrigen Kleinflügeln 2 sich abtrennten und unter dem rechten Haupt blieben, während vier an

[1] Nicht *duo: capita* (Volkm.), sondern *tria capita* ist die Lesart des Sang. und Dresd. (Hilgf. 165), ebenso des Syr., Aeth., Arb.

ihrem Ort blieben«. Im Zusammenhalt mit 12, 2 kann kein Zweifel sein, dass damit Nerva gemeint ist. Dieser machte, obwohl schon unter Nero ein bedeutender und vorgezogener Mann[1], doch nach dessen Tod keinen Anspruch auf die höchste Würde (wie Galba u. a.), sondern hielt sich still und schloss sich (nach dem Verfasser) den Flaviern, näher dem rechten Haupt d. h. Domitian an[2], wurde schon im Jahre 71 von Vespasian und im Jahre 90 von Domitian zum Mitconsul gemacht, und wurde später dem Domitian verdächtig[3]; bereits vor Domitian's Ermordung mögen mancher Augen auf ihn als Nachfolger gerichtet gewesen sein. Jedenfalls verhielt er sich zur Flavierreihe nicht anders, als Galba zu der der Julier, nämlich als caesarisches Nachspiel kurzer Dauer, und wird in der Construction des Verfassers insofern zu den Kleinflügeln gerechnet, zugleich aber von ihm gesagt, dass er sich von den andern nach Nero's Tod aufgetretenen Nebenflügeln trennte (*divisus est*).

Nun sieht er weiter (V. 25) »und siehe diese[4] Unterflügel (*subalares*, ὑποπτέρυγες) gedachten sich zu erheben und die Herrschaft zu behaupten«. Diese kann nur auf die in V. 24 genannten 4 Kleinflügel gehen. Wenn er nun (V. 26 f.) fortfährt: »und ich sahe und siehe einer erhob sich und war bald unsichtbar (verschwunden), und die zweiten waren schneller als die ersten unsichtbar (verschwunden)«, so versteht sich, dass mit dem einen (una) V. 26 nicht noch einmal auf Galba zurückgewiesen, und *erecta est* und *comparuit* nicht falsche Übersetzung für *erecta erat* und *comparuerat* (wie Volkmar meint) sein kann, denn nach V. 25 soll nur von den 4 subalares die Rede sein, und mit Galba ist in V. 22 abgeschlossen; eine nochmalige Hereinziehung desselben wäre eitel Verwirrung. Ebenso ist deutlich, dass die orientalischen Übersetzer, welche in V. 27 (für *et secundae velocius quam priores non comparuerunt*) *et item secunda, sed et ipsa interiit velocius quam prior* (Syr.) oder *et secundum similiter, idque velocius quam prius* (Aeth.) oder *et eodem modo secunda cito interiit sicut prima* (Arb.) geben, blosse Umdeutung des ursprünglichen Textes sich gestatten, ausgehend von der (naheliegenden, aber unrichtigen) Voraussetzung, dass jeder Einzelflügel für sich eine Person darstelle, und dass also, wenn nach V. 28 noch 2 von den 4 übrig sind, in V. 26 f. zwei einzelne besprochen sein müssen. Vielmehr aber nach dem allein verlässlichen altlateinischen Text muss mit *secundae* V. 27 das-

[1] Tacit. ann. 15, 72 (Volkm. 342 f.).

[2] S. auch Suet. Domit. 1: nec defuerunt qui affirmarent, corruptum Domitianum et a Nerva successore mox suo.

[3] Dio 67, 15.

[4] *Hae* ist sowohl im Sang. Dresd. Tur., als vom Syr. und Aeth. bezeugt.

selbe gemeint sein, was mit *una* V. 26; nämlich der eine, der sich erhob und schwand, ist gegenüber von dem V. 22 abgethanen ersten Paar das zweite Paar (daher Plur. *secundae*), und wird also in V. 27 durch und zwar zu V. 26 nur die nähere Bestimmung gefügt, dass dieses zweite Paar schneller als das erste (*priores*) schwand. Ganz richtig, denn Otho, der hier gemeint ist, hatte nur 95 Tage, wogegen Galba es in den siebenten Monat brachte.

Weiter (V. 28—31) sieht er »und siehe, die 2, welche (von den 4) noch übrig waren, gedachten bei sich ebenfalls zu herrschen. Und während sie darauf dachten, siehe da erwachte eines der ruhenden Häupter, dasjenige, welches das mittlere war — dieses war nämlich grösser als die 2 (anderen) Häupter —, und ich sah, wie es die 2 (anderen) Häupter an sich schloss, und siehe das Haupt wandte sich mit denen, die mit ihm waren, und verzehrte die 2 Unterflügel, welche zu herrschen dachten.« Hier ist alles ohne weiteres klar. Vespasian, Vater des Titus und Domitian und Stammhaupt der neuen Reihe, also *majus duorum capitum*, er, der bisher sich ruhig verhalten und selbst den Galba und Otho anerkannt hatte, rührte sich nun, vom syrischen Proconsul Mucianus und von seinem eigenen Heer ermuntert, vom aegyptischen Statthalter Tiberius Alexander sofort anerkannt, gegen den neuen Usurpator in Rom, den Vitellius, und war in seinen Bemühungen wesentlich unterstützt durch die beiden Söhne (*duo capita*), den Titus, der für ihn den jüdischen Krieg führte, und den Domitian, welcher (mit dem Oheim Sabinus zusammen) in Rom selbst für seine Sache wirkte. Er verzehrte durch die Legionen des Mucianus und Antonius Primus den Kleinflügel Vitellius, der es zu allgemeiner Anerkennung nicht hatte bringen können. »Dieses Haupt aber,« heisst es weiter V. 32, »setzte das ganze Land (*terram* sc. Palästina) in Schrecken und überwältigte in ihm seine Bewohner mit grosser Drangsal, und übte Gewalt über den Erdkreis (*orbis terrarum*) mehr als alle die Flügel, welche gewesen waren (die Julier)«. Damit ist ebenso seine Niederwerfung des jüdischen Aufstandes, wie seine machtvolle, von keinem inneren und äusseren Feind mehr angefochtene Herrscherstellung kurz und richtig, wenn auch letztere (im Hinblick auf Augustus) etwas übertreibend gezeichnet.

Darnach sieht er (V. 33—35) »und siehe, das mittlere Haupt verschwand plötzlich ebenfalls wie die Flügel. Übrig waren aber die beiden Häupter, welche auch ihrerseits ähnlich herrschten über das Land und die darin Wohnenden. Und ich sah und siehe, das Haupt zur Rechten verschlang das zur Linken.« Dem Vespasian, der an einer Krankheit starb, folgten der Reihe nach Titus und Domitian, und behaupteten die volle Herrschaft über die *terra*, d. h. entweder

auch hier das Land der Juden oder aber die Erde. Dass Titus, obwohl der ältere Sohn und nächste Nachfolger, dennoch als das linke Haupt (vergl. V. 24) dargestellt wird, ist im Hinblick auf die kurze Dauer seiner Regierung und im Munde eines Juden, dem Titus als Eroberer und Zerstörer Jerusalems der gräuelvollste unter den Flaviern war, nicht weiter auffallend. Dass aber Domitian an seinem Tod betheiligt gewesen sei, war ein durch dessen fortwährend lauernde Eifersucht gegen den Bruder nahe gelegter, im Volksmund sofort umlaufender und von den Juden begierig ergriffener Glaube.[1]

Im Verfolg des Gesichtes tritt jetzt (V. 36—46) der Löwe auf und kündigt dem Adler, d. h. dem ganzen Römerreich sein nun hereinbrechendes Ende an, »damit das ganze Land (*terra*) sich erhole und von seiner Gewalt frei geworden wieder das Gericht und die Gnade seines Schöpfers erhoffe«. Dass dieser Zuruf sofort nach Domitian's Thronbesteigung geschehen sei, ist nicht gesagt, und wenn auch es so zu verstehen wäre, so kann (wegen 12, 1 f.) die Meinung davon doch nicht die sein, dass sofort nach seinem Antritt das Ende des Ganzen sein soll, sondern es soll eben bemerkt werden, dass das die letzte der vorherbestimmten Kaiserregierungen sei, unmittelbar vor dem Ende. Aber hervorgehoben zu werden verdient, dass in dem Vorhalt an den Adler wegen seiner vielen Vergehungen die zuletzt (V. 41—43) namhaft gemachten Frevel deutlich auf die Thaten der Flavier gegen das Land und Heiligthum der Juden anspielen: »und du hast die Dulder gedrückt, die Ruhigen geschädigt, die Gerechten gehasst, die Lügner geliebt, und die Festen der Wohlhabenden zerstört und die Mauern derer, die dir nicht geschadet haben, niedergeworfen; deine Schmähung ist aufgestiegen zum Höchsten und dein Übermuth zum Allmächtigen«.

Den Schluss des Gesichtes bildet 12, 1—4. Hier ist unter allen Umständen, man mag das Gesicht deuten, wie man will, V. 2 im lateinischen Text, nicht blos in der Vulg., sondern auch in der alten Latina, corrumpirt. Denn mit *Et vidi et ecce quod superaverat caput, et non comparuerunt quattuor alae, duae que ad eum transierunt et erectae sunt, ut regnarent* würde über das noch übrige Haupt nichts ausgesagt, als dass es da war, nicht aber, dass es verschwand, was doch gesagt sein musste, weil auch im Folgenden diese unentbehrliche Angabe nicht nachgebracht wird. Mit der blossen Umstellung *et vidi et ecce non comparuerunt quod superaverat caput et quattuor alae* (Volkm.) ist es auch nicht gethan. Man könnte dies nur so verstehen, dass das noch übrige Haupt verschwand gleich den 4 Kleinflügeln, welche

[1] Suet. Tit. 9; Domit. 2; Dio 66, 26; vergl. Volkmar 350 f.

(nach V. 25—28. 31) dem Flavierregiment vorangegangen und verschwunden waren (so Volkm.). Aber an diese besonders zu erinnern, lag kein Grund vor, und sollte es blosse Recapitulation des Schicksals der zweiten Herrscherreihe mit ihrem Vorspiel (Otho, Vitellius) sein, so durfte der Verfasser nicht bloss die 4 Kleinflügel, sondern musste auch die 2 untergegangenen Häupter nennen. Vielmehr ist auf Grund des übereinstimmenden Textes der syrischen, aethiopischen und arabischen Version nothwendig anzunehmen, dass *quattuor* irrthümlich hereingekommen ist, schwerlich absichtlich in Folge falscher Deutung, sondern zufällig, etwa durch Lesung des *illae* als IV, was dann die weitere Versetzung des *et* von *et illae* hinter *caput* und vor *non comparuerunt*, die Auffassung des *quae* nach *duae* als *que* (und) und die Einsetzung von *et* vor *erectae* zur Folge hatte. Herzustellen ist *Et vidi et ecce quod supererat caput non comparuit, et illae alae duae, quae ad eum* (id) *transierunt, erectae sunt ut regnarent.* Demnach lautet der Schluss des Gesichts so: er sieht, wie auch dieses noch übrige (letzte) Haupt verschwand, und nun die 2 Flügel (Kleinflügel), welche (nach V. 24) zu ihm übergegangen waren, sich aufrichteten, um zu herrschen; ihre Herrschaft war aber schwach und voll Unruhe; dann sieht er wie auch diese verschwanden und der ganze Adlerleib in Brand gerieth und die Erde sehr erschrak. Also nach Domitians Regierung tritt zwar noch das Nachspiel der kurzen Regierung Nerva's ein, aber dann folgt die vom Löwen angekündigte Auflösung und Zerstörung des Reichs. Daraus, dass der Verfasser die Regierung des Nerva bestimmt ankündigt, folgt doch wohl sicher, dass er den Tod des Domitian und die Proclamation des Nerva (i. J. 96) schon erlebt hatte. Denn zum voraus liess sich das doch nicht erwarten, das Nerva vom Senat zum princeps gewählt werden würde. Man müsste denn annehmen, dass schon vor der Verschwörung gegen Domitian ein Einverständniss unter den leitenden Senatoren über den Nachfolger vorhanden gewesen wäre, und dass der jüdische Verfasser, in Rom anwesend, von solchen geheimen Plänen eine dunkle Kunde gehabt hatte. Nur in diesem Fall könnte er schon kurz vor Domitian's Tod geschrieben haben. Da aber in den geschichtlichen Quellen von einem so zeitigen Einverständniss der Parteien nichts gemeldet ist, so wird es bei der obigen Zeitbestimmung sein Bewenden haben müssen. Aber weiter herab als bis auf diese Zeit des Thronwechsels braucht man auch nicht zu gehen. Dass Nerva's Regierung nur noch ein kurzes Nachspiel sein könne, ein *regnum exile,* liess sich bei seinem hohen Alter[1] und seiner körperlichen Gebrechlichkeit wohl weissagen, und dass sie

[1] Dio 68, 3.

tumultu plenum sein werde, liess sich, auch wenn der Anschlag des Calpurnius Crassus und die Unbotmässigkeit der Prätorianer unter Casperius Aelianus[1] noch nicht erlebt war, schon nach der Analogie der Ereignisse nach der Beseitigung des früheren Dynastengeschlechts wohl vermuthen. Für den Verfasser war nach den 12 Flügeln und 3 Häuptern ein neuerstehender Herrscher eben nur noch etwas Überschüssiges, etwa wie dem Verfasser des Buches Daniel die letzte halbe Jahrwoche nach den 70 Wochen (Dan. 9).

Mit Vorstehendem ist wohl der Nachweis erbracht, dass in der *Visio* (Cap. 11, 1—12,4) sich nichts findet, was der Deutung des Adlers auf die Kaisergeschichte von J. Caesar bis Nerva widerspräche, vielmehr alles einzelne genau auf dieselbe zutrifft.

Anders steht es mit der *Interpretatio* des Traumgesichts, welche dem Seher auf seine Bitte gegeben wird (12, 10—35). Zwar darüber kann nicht wohl ein Zweifel sein, dass diese »Deutung« im ganzen (durch 12, 5—9 mit dem Traumgesicht und durch 12, 36 ff. mit dem Folgenden wohl verbunden) nicht etwa ein späterer Zusatz, sondern ein echter und nothwendiger Bestandtheil des ursprünglichen Buches ist, so nothwendig wie 10, 38 ff. die Deutung des Gesichts von dem ihren Sohn beklagenden Weib, oder 13, 25 ff. die Deutung des Gesichts von dem mit den Wolken fliegenden Mann, oder die Deutung des Gesichts von den 4 Thieren in Dan. 7. Auch ist daran kein Anstoss zu nehmen, dass in dieser Deutung noch einzelne Züge, die im Gesicht schwach angedeutet waren, näher bestimmt, und sogar dort nicht enthaltene Winke eingestreut sind; das findet sich alles ähnlich in den anderen erwähnten Deutungen. Aber natürlich etwas den Angaben des Gesichts widersprechendes durfte die Interpretatio nicht enthalten. Wenn derartiges sich findet, so muss man folgerichtig urtheilen, dass diese Interpretatio nicht mehr in ihrer ursprünglichen Form erhalten ist.

Unanstössig ist V. 11—13, wo der Adler für das dem Daniel gezeigte vierte, aber anders gedeutete furchtbare Thier erklärt wird. Bei Daniel bedeutete es das griechisch-seleucidische Reich, bei Esra muss es also ein anderes darstellen, nämlich das römische Reich. Nun heisst es aber weiter V. 14—16: *regnabunt autem in ea reges XII, unus post unum, nam secundus incipiet regnare, et ipse tenebit amplius tempus prae XII. haec est interpretatio XII alarum, quas vidisti.* Diese angebliche Deutung der 12 Flügel gibt nichts, was man nicht schon aus der Visio wüsste, ausser dass 12 Könige gemeint seien; im Gegentheil bringt sie mehrfache Unklarheiten in das von der Visio an die

[1] Dio 68, 3.

Hand gegebene Bild. Man kann darüber wegsehen, dass hier statt der bestimmteren Angabe des Gesichtes (11, 17), keiner der folgenden werde auch nur die Hälfte der Zeit des zweiten herrschen, die allgemeinere gesetzt ist, dass der zweite längere Zeit die Herrschaft haben soll als die 12, denn selbst so ist die Angabe noch charakteristisch genug, und derartige Variationen finden sich auch sonst leicht in solchen Deutungen. Man kann auch davon absehen, dass einer, der selbst zu den 12 gehört, mehr Zeit herrschen soll als die 12, denn das könnte ein ungenauer Ausdruck sein für: er wird am längsten herrschen unter den 12. Aber ganz unklar ist das *nam*, da *secundus incipiet regnare* in keiner Weise Begründung des vorausgehenden *regnabunt in ea reges XII, unus post unum* sein kann, wenn man das *unus post unum* in seinem natürlichen Sinn (in gerader Folge, ohne Zwischenregierung) nimmt; es könnte höchstens Erläuterung sein, sofern damit gesagt wird, dass die ununterbrochene Reihe eigentlich erst mit dem zweiten beginne, aber dann wäre eben das *unus post unum* corrigirt. Aber auch das eigentlich Neue, was diese Deutung beibringt, dass die 12 Flügel 12 Herrscher seien, ist mit dem über den Sinn des Gesichts Gefundenen in Widerspruch. Volkmar (S. 168) meinte dem mit der Bemerkung abhelfen zu können, der Verfasser habe absichtlich seine Deutung undeutlich gemacht und statt *reges VI* geschrieben *reges VIVI*, um nicht, wenn er offen spräche, dem crimen laesae majestatis zu verfallen, und charakterisirte deshalb die Deutung als »die verhüllende Enthüllung«. Aber selbst diese Absicht zugegeben, durfte er doch nicht 12[1] statt 6, also Falsches sagen und so jedes richtige Verständniss abschneiden. Und übrigens kann auch jene Absicht nicht zugestanden werden, denn gegen gerichtliche Verfolgung war die Pseudonymität ein genügender Schutz; ohnedem handelt es sich ja hier um Kaiser, die längst der Geschichte angehörten, und seine viel gefährlichere Weissagung des Unterganges des Reiches hat der Verfasser ganz offen ausgesprochen. Vielmehr wird die Ursprünglichkeit des Textes zu beanstanden sein. Man wird entweder anzunehmen haben, dass es ursprünglich *VI reges* hiess, nur dürfte man dann die Änderung in XII nicht aus Versehen, sondern nur aus der bestimmten Absicht, eine andere Deutung des Gesichts einzuführen, erklären; oder aber lässt sich denken, dass im ursprünglichen Text gar keine Zahl angegeben war, sondern es nur hiess: *regnabunt autem in ea reges, unus post unum, secundus autem incipiet regnare et ipse tenebit amplius tempus prae caeteris: haec est*

[1] Denn auch VIVI, was Volkmar ursprünglich geschrieben denkt, ist eben doch entweder 6 + 6 oder = je 6, welches letztere gar nicht passt.

interpretatio XII alarum. Damit war die gemeinte Reihe deutlich genug bezeichnet. Der Schritt, von den 12 *alae* aus die Zahl 12 auch bei den Königen einzufügen, lag für jeden, der nicht tiefer eingedrungen war, nahe, zumal nachdem schon im zweiten Jahrhundert die Weissagung des Sehers durch die Geschichte widerlegt war und das Bestreben sich geltend machte, durch andere Deutung der Data des Gesichtes die Weissagung aufrecht zu erhalten. Die neue Lesart verlangt 12 Könige zu zählen. Damit kam man weit über die Julier herunter, also auch über die Zwischenregierungen zwischen Nero und Vespasian. Und nun hatte auch *unus post unum* keinen Sinn mehr, und wurde nun dahin verstanden: einer (Augustus) nach einem (J. Caesar), denn der zweite erst wird die eigentliche Kaiserherrschaft beginnen, und ist der *unus* (Caesar) also gar nicht zu zählen. So kam das *nam* herein, aber nur bei den Lateinern; die orientalischen Versionen haben es nicht, und der Syrer giebt *autem*.[1]

In V. 17 f. folgt: »das betreffend, dass du die Stimme, welche redete, gehört hast nicht von den Häuptern, sondern aus der Mitte des Adlerkörpers ausgehen (vergl. 11, 10 f.), so ist die Deutung davon die: *quoniam post tempus regni illius nascentur contentiones non modicae, et periclitabitur, ut cadat, et non cadet tunc, sed iterum constituetur in suum initium*« (Übersetzung von ἀρχήν, was die 4 Orientalen wohl richtiger mit Herrschaft geben). Hier ist das Hervorgehen der Stimme aus der Mitte des Adlerleibes in sinniger Weise so abgewandelt, dass die Mitte zeitlich, als Mitte der Herrschaftszeit des Adlers (natürlich nicht im mathematischen, sondern im populären Sinn) aufgefasst wird: in dieser werde Gefahr der Auflösung eintreten, aber glücklich überwunden werden. Dass diese Mittezeit eben die Zeit nach den Flügelherrschern sein werde, ist durch *post tempus regni illius* so deutlich als möglich gesagt, denn *regni illius* kann doch nur auf das regnum XII alarum sich beziehen. Das passt alles vortrefflich zu dem ursprünglichen Sinn des Gesichts, sofern die Krisis nach dem Aussterben der Julier eintrat. Aber zu der im jetzigen Text V. 14 f. vorliegenden Reihe von 12 Königen passt das nicht mehr, und wird man also jetzt *post tempus regni illius* gegen seinen wahren Sinn als nach einiger Zeit jenes Reichs[2] ausgedeutet haben, wie denn auch die Orientalen für *post tempus* anderes setzen, der Syrer *inter* ([illegible]) *tempus regni illius*, der Araber *in tempore hujus regni*[3], der Armener *in medio tempore illius regni*, der Aethiope aber einfach *de*

[1] Der Aeth. und Ar., welche in anderer Weise geändert haben, kommen hier nicht in Betracht.

[2] Wie von Gutschmid S. 38.

[3] في الزمان الذي في تلك المملكة.

medio corporis illius regni herstellt. Man sieht, wie auch hier im Interesse jüngerer Deutung des ganzen Gesichts von den Späteren am ursprünglichen Text gemodelt wurde.

Ebenso stark, wie die Deutung der 12 Flügel, weicht nun aber auch (V. 19—21) die Deutung der 8 Kleinflügel von der Meinung der Visio ab. Sie lautet: et quoniam vidisti *subalares VIII cohaerentes alis ejus*[1], haec est interpretatio. Exsurgent in ipso VIII reges, quorum erunt tempora levia et anni citati. Et II quidem ex ipsis perient appropinquante tempore medio; IV autem servabuntur in tempore (lies: tempus), cum incipiet appropinquare tempus ejus ut finiatur; II vero in finem servabuntur. Hier sind die 8 Unterflügel wieder ausdrücklich für 8 Könige erklärt, ganz folgerichtig, wenn man die 12 Flügel auf 12 Könige deutete, aber dem Sinn des Gesichtes zuwider. Streicht man VIII vor *reges*, so würde die Deutung lauten: »es werden darin Könige erstehen, deren Zeiten gering und deren Jahre schnell sind«. Das würde mit dem Sinn des Gesichtes sich wohl vertragen, und wenigstens eine Seite ihrer Eigenthümlichkeit, die Kürze ihrer Herrschaft, richtig hervorheben, das andere freilich, dass sie zum Theil Usurpatoren waren, übergehen; doch wäre das erträglich. Selbst das folgende *et II quidem ex ipsis perient appropinquante tempore medio* könnte man sich, trotz der Zahl II, als ursprünglichen Text noch gefallen lassen, wenn man nämlich zu II nicht *reges*, sondern *alae* supplirte, und dass sie bei Annäherung der mittleren Zeit untergehen, würde mit V. 17 f. noch stimmen, sofern die mittlere Zeit eben die Zeit der inneren Unruhen ist, obgleich besser gesagt wäre: in der mittleren Zeit. Aber wenn es weiter heisst, dass 4 für die Zeit aufbewahrt werden, in der die Endzeit des Adlerreichs heranzukommen beginnt, so kann das mit der Darstellung in der Visio nicht vereinigt werden. Volkmar freilich meint das fertig zu bringen durch die künstliche Annahme, dass nach dem Verfasser des Gesichtes mit den Flaviern die Endzeit angebrochen sei, und Otho und Vitellius zu diesen zu ziehen seien, wie umgekehrt Galba als Anhang zu den Juliern. Aber das steht doch mit dem unmittelbar vorhergehenden V. 20, wornach Galba *appropinquante tempore medio* untergeht, in offenbarem Widerspruch. Was berechtigt, zwischen Galba und Otho eine solche Scheidegrenze zu machen? Vielmehr schon das *servabuntur* zeigt ja, dass ein längerer Zwischenraum zwischen den 2 und 4 sein soll. Es muss darum zugegeben werden, dass hier eine völlig andere Deutung der Unterflügel beabsichtigt wird, als das Gesicht sie meint, und somit

[1] Syr.: alas modicas VIII, quae prodierunt sub alis ejus; Aeth.: ex alis ejus exiisse cacumina; Ar.: quod aliae VIII alae surrexerunt de alis aquilae; Arm.: superfluas alas multas pullulantes circum magnas alas ejus. Alle vermeiden *subalares*.

hier der ursprüngliche Text verändert ist. Wie der Wortlaut desselben gewesen sein mag, ist schwer zu sagen. Der Syrer stimmt fast wörtlich mit dem Lateiner. Aber der Aethiope hat: sed IV regna servabuntur, donec[1] veniet tempus eorum ad finem suum, und der Araber: et IV servabuntur usque ad tempus, in quo eodem modo invenient completionem suam. Diese Fassung würde mit dem Gesicht eher stimmen, wenn man in *servabuntur* nur den Gedanken fände, dass sie etwas später untergehen; etwas Neues freilich (nicht Selbstverständliches) gäbe diese Deutung nicht, und sie könnte nur vorgebracht sein wegen des Gegensatzes der letzten 2 Kleinflügel zu diesen 4. Auf eine sichere Wiederherstellung des ursprünglichen Wortgefüges wird man auch hier verzichten müssen.

Es folgt die Deutung der 3 ruhenden Häupter (V. 22—25): in novissimis ejus (sc. regni) suscitabit Altissimus III reges (so zu lesen für regna, βασιλείας statt βασιλεῖς) et renovabunt (so für renovabit oder revocabit des Textes) in ea (sc. τῇ βασιλείᾳ) multa et dominabunt terram et qui habitant in ea cum labore multo super omnes qui fuerunt ante hos; propter hoc ipsi vocati sunt capita (κεφαλαί) aquilae. Isti enim erunt, qui recapitulabunt (ἀνακεφαλαιώσουσι) impietates ejus et qui perficient novissisma ejus. Hier stimmt alles gut zu den Angaben des Gesichts. Auch der Ausdruck *in novissimis ejus* d. h. in den letzten Zeiten des Reichs ist eigentlich nur aus der Visio (11, 9: capita in novissimum serventur) wiederholt, und lässt sich als letzte Hälfte sogar mit dem *medium tempus* der Usurpatorenzeit (12, 17 f., 20) in Einklang bringen. Dass es 3 Herrscher sind, war schon Cap. 11 gesagt, und ihre Quälereien gegen das Land (der Juden) waren schon dort mit denselben Worten (11, 32) erwähnt. Ergänzend bringt die Interpretatio nur hinzu, dass sie vieles im Reich *renovabunt*, was entweder als neuern (νεωτερίζειν) oder als Erneuerung der festen Ordnung des Reichs ausgelegt werden kann. Die Hauptsache aber ist die sinnige Deutung der κεφαλαί auf die ἀνακεφαλαίωσις der Gottlosigkeiten des Reichs d. h. die Steigerung derselben auf ihren Gipfel.

Das Weitere betrifft das Ende der 3 Häupter (V. 26—28). Wenn in der Visio (11, 33) gesagt war, dass das mittlere Haupt plötzlich verschwand, so wird das hier bestimmter dahin ausgelegt, dass einer der drei *super lectum suum morietur et tamen cum tormentis*, völlig zutreffend auf Vespasian.[2] Obwohl zu den Cumulatoren der Gottlosigkeit (nach jüdischen Begriffen) zählend, stirbt er doch an Krankheit, aber unter Schmerzen. Hervorgehoben wird dies, weil

[1] ለእመ : ist die Lesart.

[2] Suet. Vesp. 24; Dio 66, 17.

die beiden andern, welche fortbestanden (perseverarunt), vom Schwert verzehrt werden, »denn des einen Schwert wird den andern fressen, aber auch dieser wird in den letzten Zeiten durch's Schwert fallen.« Damit ist wiederum das in der Visio (12, 1) über Domitian Gesagte, dass er verschwand, näher bestimmt, übereinstimmend mit der Geschichte, indem Domitian dem Dolch der Verschwörer erlag. Dass Titus von Domitian verzehrt werde, hatte schon die Visio (11, 35) gesagt; dass er durch das Schwert falle, ist hier neu, und geht über die später umlaufenden Gerüchte[1] hinaus, müsste also als ein ungenauer, durch das Schwert, dem Domitian erlag, herbeigeführter Ausdruck gelten, aber wahrscheinlicher ist, dass dieser bestimmtere Ausdruck secundär ist und mit einer anderen Deutung des Gesichts zusammenhängt.

Endlich V. 29 f. von den 2 Unterflügeln, welche zu dem Haupt auf der rechten Seite übergegangen waren, sei das die Deutung: hi sunt quos conservavit Altissimus in finem suum (des Reichs), hoc est regnum exile et turbationis plenum, sicut vidisti. Das ist einfache Wiederholung des in der Visio (12, 2) Gesagten. Trotzdem, dass von 2 Flügeln und demnach von *hi quos conservavit Altissimus* die Rede ist, heisst es doch nachher, wie im Gesicht, nur *hoc est regnum exile*, nicht *haec* oder *horum sunt regna exilia*.

Alles in allem ergibt sich also, dass in dieser Interpretatio allerdings einige theils mit dem richtig gefassten Sinn des Gesichts, theils mit seinem Wortlaut nicht vereinbare Angaben vorkommen, nämlich besonders bezüglich der 12 Flügel, der 8 Unterflügel, vielleicht auch bezüglich der Todesart des zweiten Haupts, sowie dass gerade in den darüber aussagenden Stellen sich Lesarten finden, die auch aus anderen Gründen bedenklich oder unhaltbar sind. Und die Frage ist nun, ob diese Abweichungen in sich zusammenstimmen und die Durchführung einer anderen geschichtlichen Deutung (als die auf die Kaiser des ersten Jahrhunderts) gestatten.

Der Beantwortung dieser Frage haben schon v. Gutschmid und Le Hir vorgearbeitet. So verfehlt die Auslegung dieser beiden Gelehrten ist, wenn man die Visio selbst zu Grunde legt oder wenigstens mit zuzieht, wie man muss, so zutreffend wird sie, wenn man sich nur an die Interpretatio hält, und die Visio bei Seite lässt. Beide finden in Esr. 11 und 12 die römische Kaisergeschichte bis zum Jahr 218 abgebildet. Sie zählen die 12 Könige der Interpretatio so: 1. Caesar, 2. Augustus, 3. Tiberius, 4. Cajus, 5. Claudius, 6. Nero, 7. Vespasianus, 8. Domitianus (mit Übergehung des Titus), 9. Tra-

[1] Dio 66, 26: ὡς ἡ φήμη λέγει, πρὸς τοῦ ἀδελφοῦ ἀναλωθεὶς.

janus, 10. Hadrianus, 11. Antoninus Pius, 12. Marcus Aurelius (von Gutschmid) oder M. Aurelius und Commodus zusammen (Le Hir). Dass bei dieser Zählung Galba, Otho, Vitellius nicht in Betracht kommen, kann keinen Anstoss erregen, weil sie die in der Interpretatio (12, 17 f.) signalisirte Zeit der inneren Unruhen ausfüllen, wie denn auch Ptolemaeus und Clemens Al. sie in den Kaiserverzeichnissen nicht aufführen. Anstössiger ist, dass Titus (mit $2^1/_4$ Jahren) und Nerva (mit 1 J. 5 M.) übergangen werden. Aber so unmöglich dies allerdings nach der Visio ist, so wenig verstösst das gegen den jetzigen Wortlaut der Interpretatio (12, 19—21), denn in dieser sind die Kleinflügel nicht als Gegenflügel, sondern nur als *subalares* charakterisirt, *quorum tempora levia et anni citati*, also als kurzregierende Herrscher, so dass man Titus und Nerva unter sie subsumiren kann, und werden dort als *appropinquante tempore medio* untergehend bezeichnet, so dass, vom Jahr 218 aus rückwärts gesehen, die Zeit des Titus und Nerva zu dieser Zeitbestimmung ungefähr passen kann. Und dass Lesern des dritten Jahrhunderts Titus nicht mehr so hervorragend wichtig erschien, wie einem Juden am Ende des ersten, leuchtet ein. Ebenso dass die 6 übrigen Kleinflügel erst nach den 12 Königen nachgewiesen werden, ist dem Wortlaut der Interpretatio (12, 21) gemäss, wonach 4 auf die Zeit der Annäherung des Endes, 2 auf das Ende selbst aufgespart werden. Wenn nun aber von Gutschmid als ersten der 4 nach den 12 Hauptkaisern auftretenden Kleinflügel den Commodus verstehen wollte, so war dies sicher fehlgegriffen, da ein ganz legitimer Kaiser mit $12^1/_2$ Jahren Herrschaft nicht unter die kurzherrschenden Kleinflügel degradirt werden konnte, und auch seine »tolle Wirthschaft« einen genügenden Grund dafür nicht abgeben kann. Aber auch Le Hir's Auskunft, den Commodus mit Marcus Aurelius als einen Herrscher zusammenzunehmen, weil er ein paar Jahre Mitregent desselben gewesen war, ist reine Willkühr, da er ja doch über 12 Jahre allein regierte. Nach dem oben (S. 229 f.) zum jetzigen lateinischen Text im 12, 14 Gesagten erscheint es viel wahrscheinlicher, dass man unter den 12 Flügeln den Commodus als voll zählte, aber den J. Caesar ausser Berechnung liess. Dagegen wird es im Sinne dieser secundären Auslegung ganz richtig sein, die 4 Kleinflügel, welche bis zur Annäherung des Endes aufbewahrt werden sollten (12, 21), sofort nach Commodus anzusetzen. Nach ihm, der es wie Nero getrieben hatte, kam ja, wie nach Nero, wieder die Zeit der inneren Unruhen, die das annähernde Ende bedeuten konnten. Die 4 sind dann Pertinax (der nach 2 M. 27 T. den Praetorianern wieder unterlag) und Didius Julianus (mit 2 M. 5 T.), welche beide wirklich noch herrschten, ausserdem Pescennius Niger und Clodius Albinus, die beiden Präten-

deuten, die es zu allgemeiner Anerkennung nicht bringen konnten und von Severus beseitigt wurden. Ist ja doch in der Interpretatio nicht gesagt, dass alle 4 es zur Herrschaft bringen werden, und sagt ja doch auch die Visio (11, 28. 31) von den 2 letzten der 4 Kleinflügel, dass sie die Herrschaft bloss erstreben und vom ersten Haupt beseitigt werden. — Die 3 Häupter, die sodann an die Reihe kommen, erklären sich leicht als Septimius Severus (Jahr 193—211) mit seinen beiden Söhnen Caracalla und Geta. Severus war einer der gewaltigsten Herrscher, und von ihm wenigstens (aber freilich nicht von seinen Söhnen) liess sich auch 12, 23 f. auslegen, dass er multa renovabit und dass er der *terra* und ihren Bewohnern mehr Drangsale bringen wird, als seine Vorgänger. Auch ist wirklich Severus in Britannien an qualvoller Krankheit gestorben. Sein Sohn Geta (209 zum Imperator und Augustus ernannt) wurde schon 1 Jahr, nachdem er dem Vater gefolgt war, auf Anstiften des Bruders erstochen (Febr. 212), und auf ihn also passt wörtlicher, als auf Titus, dass er vom Schwert des anderen Hauptes verzehrt wurde (12, 28). Aber auch Caracalla, nun alleiniger Kaiser, wurde im Jahre 217 auf Anstiften des Macrinus erstochen. Die beiden letzten Nebenflügel, die auf's Ende aufgespart sind, mit ihrem *regnum exile et tumultu plenum*, sind dann Macrinus selbst und sein Sohn Diadumenus, gegen welche sofort Elagabalus sich erhob, und von dem besiegt sie im Jahre 218 ermordet wurden.

Hiernach lassen sich sämmtliche Angaben der Interpretatio geschichtlich bis zum Jahr 218 nachweisen, obgleich die Auslassung des Titus und Nerva in der Zählung der Hauptkaiser immer unnatürlich bleibt, und ein selbständig schreibender Schriftsteller gewiss nie in dieser Weise die Kaisergeschichte construirt hätte. Aber mit der Visio stimmt diese Deutung nicht, so wenig die Interpretatio selbst mit der Visio stimmt. Nach der Visio ist J. Caesar der erste Hauptflügel, nicht erst Augustus. Nach der V. erheben sich die ersten der Nebenflügel erst, nachdem die Hauptflügel geherrscht haben, und nicht erheben sich 2 derselben mitten in der Reihenfolge der Hauptflügel. Nach der V. hat das erste der Häupter Land und Volk der Juden in einer Weise behandelt, wie kein früherer Herrscher (11, 32), das passt nicht auf S. Severus. Nach der V. wird dem Adler als Hauptvergehen die Niederwerfung der Juden und ihrer Burgen angerechnet (11, 41—43), das hat im Jahr 218 keinen Sinn mehr. Nach der V. (11, 30 f.) hat das mittlere Haupt mit den beiden anderen zusammen die Nebenflügel 5 und 6 verschlungen, aber des Severus Söhne Geta und Caracalla haben zur Beseitigung des Pescennius und Albinus nichts gethan. Die V. beschreibt die 2 letzten Kleinfedern

als solche, welche schon vor dem Emporkommen der 3 Häupter zu ihnen übergiengen, das passt nicht auf Macrinus und Diadumenus.

Nun aber ist die Visio mit dem übrigen Buch in vollster Übereinstimmung: im Buch sind die von den Flaviern am Volk und Heiligthum der Juden verübten Gräuel Ausgangspunkt und Gegenstand aller Erörterungen; um Trost und Aufschluss über diesen dunkeln Rathschluss Gottes wird gerungen; die alten messianischen Hoffnungen sollen gegenüber diesem Missgeschick aufrecht erhalten, der baldige Eintritt der Wendung aus den Zeichen der Zeit berechnet werden. Und in der Visio erscheinen die Herrscher, welche jene Gräuel ausgeübt, als die letzten des Ganzen, als die eigentlichen Häupter des Adlers, und wird der Rachegeist des Messias gerade in ihrer Abstrafung sich bethätigen. Es kann auch darum (nicht bloss aus äusseren literarischen Gründen) von einer im Jahre 218 vorgenommenen Einschiebung des ganzen Adlergesichts in das Buch keine Rede sein. Wenn somit die Interpretatio nach ihrem jetzigen Text nicht ganz dazu stimmt und vielmehr durch ihren Wortlaut die Deutung auf die Kaiserreihe bis zum Jahr 217 zulässt oder fordert, so wird der Schluss wohl begründet sein, dass der ursprüngliche Wortlaut von einem späteren Standpunkt aus kleine Änderungen erfahren hat. Sie betreffen meist bloss einzelne Worte oder kleine Sätzchen; sie finden sich auch nicht alle gleichmässig in den verschiedenen Versionen, sondern nur in einer (wie das *nam*) oder in einigen; sie sind aber alle vom selben Standort aus unternommen, wie denn die Lesart *XII reges* (12, 14 f.) und *VIII reges* (12, 20) sämmtlichen Versionen gemeinsam ist.

Der Grund für diese Änderungen liegt auf der Hand. Das Esrabuch fand, wie so viele andere jüdische Apokalypsen, bei den Christen bald genug Eingang; eine stattliche Reihe von Zeugnissen vom Barnabasbrief an bis ins fünfte Jahrhundert liegt darüber vor.[1] Natürlich nahm man christlicherseits nicht alles, was in solchen Büchern stand, namentlich das specifisch Jüdische nicht, ohne weiteres an: man verhielt sich eklektisch zu denselben, und speciell die Weissagung der demnächstigen Vernichtung des Römerreiches nach Domitian's Tod durch den jüdischen Messias war vermuthlich durch die Geschichte schon Lügen gestraft, als das Buch unter den Christen sich zu verbreiten anfing. Aber im Fortgang der Zeiten kamen Lagen, besonders Verfolgungen durch die herrschende Macht, wo man der antichristlichen Endzeit näher denn je gekommen zu sein schien, und sich

---

[1] S. bei Fabricius Cod. pseud. V. T. II. 183 ff.; Volkmar 284 ff.; Hilgenfeld Mess. Jud. S. LXVIII ff.

auch solcher, sonst mit Stillschweigen zurückgelegter Weissagungsstücke erinnerte, um nach ihrer Anleitung über das Wie lange noch? sich zu orientiren oder seine eigenen Gedanken darin bestätigt zu finden. Und gerade unter Septimius Severus geschah vieles (z. B. das Verbot des Übertritts zum Christenthum und Judenthum und die zahlreichen Martyrien, besonders in Afrika), was dazu veranlassen konnte, sich über die Zeichen der Zeit in den alten Weissagungsbüchern zu unterrichten, und in ihm das erste der 3 Häupter wiederzuerkennen, zumal da die Deutung der 12 Flügel auf 12 Herrscher sehr naheliegend und unter allen nicht tiefer über die Geheimnisse solcher Apokalyptiker Nachdenkenden wohl längst die gewöhnliche geworden war. Es war ein gemeinsames Schicksal jüdischer Apokalypsen, entweder durch Umarbeitung und grössere Einarbeitungen, oder durch kleine Änderungen und Glossen für das christliche Verständniss zurecht gemacht zu werden. Das Esrabuch weist auch sonst leichte Spuren christlicher Hände auf, in einer Version mehr, in einer anderen weniger, z. B. in der Latina Cap. 5, 28. 13, 13. 32, bei den Orientalen in Cap. 6, 1 und öfters (s. VOLKMAR S. 293 f.). Dass aber sämmtliche uns erhaltene Versionen (der griechische Grundtext ist bekanntlich verloren) die entscheidende Hauptänderung *XII reges* und *VIII reges* gleichmässig haben, beweist bloss, dass diese Übersetzungen sämmtlich erst in einer Zeit gemacht wurden, als in den Exemplaren des griechischen Textes diese Änderung schon durchgedrungen war. Dass sie nicht vor Tertullian's Zeit gemacht wurde, ist für die alte Latina auch sonst wahrscheinlich, und die orientalischen Übersetzungen sind gewiss noch später entstanden.

Inschriften von der Akropolis zu Athen.

Von A. Kirchhoff.

(Vorgelegt am 12. Januar [s. oben S. 1].)

(Fortsetzung.)

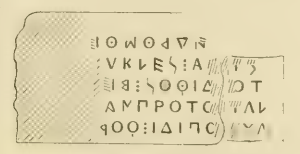
Im Laufe der letzten Monate des verflossenen Jahres sind bei Fortsetzung der Ausgrabungen auf der Akropolis zu Athen gegenüber der Ostfront des Parthenon die Fundamente des Romatempels aufgedeckt worden. Beim Abbruch eines Theiles dieser Fundamente kam eine beträchtliche Anzahl von Inschriften zu Tage, deren von Hrn. Dr. Lolling gefertigte und hierher eingesandte Copieen ich sammt den Bemerkungen, welche er ihnen beigefügt hat, im Folgenden mitzutheilen mich beeile. Angehängt finden sich am Schlusse die Copieen zweier Inschriftfragmente, welche vor einiger Zeit unterhalb der Propylaeen aufgefunden, bisher aber meines Wissens noch nicht publicirt worden sind.

V.

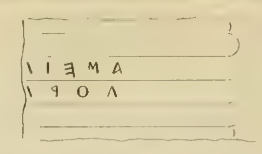
In (Nr. 19 bei) den Fundamenten des Romatempels gefunden.

1. Ein grosses und ein kleines Fragment eines Porosblocks, links gebrochen und nach dieser Seite hin auch die Oberfläche des Hauptfragments abgesplittert: rechts ist am grossen Fragment der zurückliegende, am kleinen der vordere Theil der Seitenfläche erhalten.

Höhe $0^m.37$, Dicke $0^m.25$, erhaltene Länge des Hauptfragments $0^m.70$.



2. Fragment einer cannelirten weissen Marmorsäule, lang 0^{m}23.



3. Zwei Fragmente aus w. Marmor, oben Rand erhalten, etwa 0^{m}28 lang. Die Interpunctionen nur durch rothe Farbe angegeben.

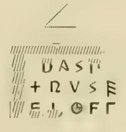


4. Fragment eines weissen Marmorbeckens (lang 0^{m}30): auf dem Rande

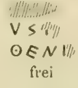
HΘMNESONOS:TO

Beim ersten O war der Kreis zuerst zu gross gerathen.

5. Fragment aus weissem Marmor, ein Theil der Oberfläche mit einem Stücke des viereckigen Einsatzloches, ebenso ein Stück der linken Seitenfläche erhalten. Breite 0^{m}19, Höhe 0^{m}11, Tiefe 0^{m}16.



6. Rings gebrochenes Fragment aus w. M. Länge 0^{m}25.



7. Ungefähr 0^{m}22 langes Fragment einer weissen Marmorsäule, rings gebrochen.

ON:
KAL
frei

8. Rings gebrochenes dünnes Fragment aus w. M., lang 0^{m}30, breit 0^{m}25.

OIAS

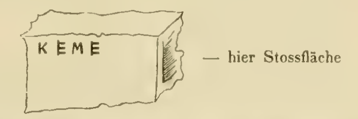
9. Desgleichen, oben und rechts Rand erhalten, lang 0^{m}18, breit 0^{m}16.

OKLSS

10. Rings gebrochenes Fragment eines ursprünglich, wie es scheint, vierkantigen Marmorblocks, lang 0ᵐ25, breit 0ᵐ14.

Δ Υ/// Ε Ο ///

11. Fragment aus w. M., rechts Rand erhalten. Breite 0ᵐ26, Höhe 0ᵐ12, Dicke (Tiefe) 0ᵐ18.



12. Kleines Fragment aus w. M., nur oben Rand erhalten, sonst rings gebrochen. Höhe 0ᵐ12, Breite 0ᵐ13, Dicke (Tiefe) 0ᵐ17.



13. Unterer Theil einer weissen Marmorstele. Breite 0ᵐ26, Dicke 0ᵐ095, jetzige Länge 0ᵐ56.

ΕΑΝΑΔΙΚΕΝΜΕΙ///
//ΞΗΟΣΕΣΑΘΕΝΑΙΟΙΚΡΑΤΟΣΙL///
ΙΜΕLΕΣΘΑΙΔΕΑΥΤΟΑΘΕΝΕΣΙΝ//
///ΝΤΟΣΓΡΥΤΑΝΕΣΚΑΙΤΕΜΒΟLΕ
ΝΕΝΔΕΤΕΣΙΑLLΕΣΙΓΟLΕΣΙΗΟ
ΙΤΙΝΕΣΑΘΕΝΑΙΟΝΑΡΧΟΣΙΕΝΤ
ΕΙΗΥΓΕΡΟΡΙΑΙΗΟΤΙΑΝΗΕΚΑΣ
ΤΟΙΔΥΝΑΤΟΙΟΣΙΝΗΟΣΑΜΜΕΑΔ
ΙΚΟΝΤΑΙ ⋮ ΕΔΟΧΣΕΝΤΕΙΒΟLΕΙ
ΚΑΙΤΟΙΔΕΜΟΙΑΝΤΙΟΧΙΣΕΓΡΥ
ΤΑΝΕΥΕΧΑΡΟΙΑΔΕΣΕΛΡΑΜΜΑΤ
ΕΥΕΗΕΛΕΣΑΝΔΡΟΣΕΓΕΣΤΑΤΕΧ
ΑΙΡΕΣΤΡΑΤΟΣΕΙΓΕLΕΟΝΙΔΕΝ
Sic ΕΑΝΤΙΣΑΓΟΚΤΕΝΕΙΕΝΤΟΝΓΟL
ΕΟΝΗΟΝΑΘΕΝΑΙΟΙΚΡΑΤΟΣΙΤΕ
ΝΤΙΜΟΡΙΑΝΕΝΑΙΚΑΘΑΓΕΡΕΑΝ
ΤΙΣΑΘΕΝΑΙΟΝΑΓΟΘΑΝΕΙΕΓΑΙ
ΝΕΣΑΙΔΕΑΛΑΘΑΗΟΣΑΓΟΙΕΙΓ///
ΡΙΑΘΕΝΑΙΟΣLΕΟΝΙΔΕΣΓΕΡΙ///
ΕLΕΟΝΙΔΟΤΑΕΦΣΕΦΙΣΜΕΝΑΑ//
ΑΛΡΑΦΣΑΤΟΗΟΛΡΑΜΜΑΤΕΥΣΤΕ
ΣΒΟLΕΣΤΕLΕΣΙΤΟΙΣLΕΟΝΙΔΟ
ΕΝΣΤΕLΑΙΝΔΥΟΙΝΚΑΙΤΕΝΜΕΝ
ΗΕΤΕΡΑΝΣΤΕΣΑΙΕΜΓΟLΕΙΤΕΝ
ΔΕΗΕΤΕΡΑΝΕΝΗΑLΙΚΑΡΝΑΣΣΟ
ΙΕΝΤΟΙΗΙΕΡΟΙΤΟΑΓΟLLΟΝΟΣ
ΑΝΔΡΑΔΕΓΡΟΣΕLΕΣΘΟLΕΟΝΙΔ
Sic ΕΣΗΟΣΤΙΣΑΧΣΕΙΤΕΣΤΕLΕΝΚΑΙ
ΣΤΕΣΕΙ

frei

14. Fragment einer 0^m12 dicken weissen Marmorplatte; links Rand erhalten. Länge 0^m40, Breite 0^m50.

ΕΡ_
ΟΝΙΚC
ΕΚΑΣΤC
ΡΑΧΜΕΝΤΕ
ΙΤΕΣΑΛΟΛΕ
ΜΕΝΑΛΛΑΚΑC
ΕΙΗΟΠΟΣΑΝΡΕΟΣ
ΙΛΙΣΤΟΝΧΡΕΜΑΤC
ΟΣΙΠΡΟΤΟΙΠΡΥΤΑΝΕ
ΚΥΡΙΟΝΕΚΚΛΕΣΙΟΝΠΡΟ
ΘΟΝΕΝΑΙΤΟΙΔΕΜΟΙΤΟΙΑΘΕ
ΔΕΜΙΑΛΙΑΝΕΤΑΙΚΑΙΕΧΕΙΑΘΕ
ΙΠΕΤΑΜΕΝΑΛΛΑΚΑΘΑΠΕΡΝΙΚΟΜ
ΑΛΟΙΚΑΙΧΣΑΝΘΙΠΠΟΙΚΑΙΤΟΙΣΥΕ
ΗΟΣΑΕΣΤΟΝΦΟΡΟΝΤΟΝΑΘΕΝΑΙΟΝΤΕΛ
ΒΑΝΕΙΤΑΝΟΜΙΖΟΜΕΝΑ

frei

15. Fragment einer 0^m10 dicken weissen Marmorplatte, oben Rand erhalten. Länge 0^m40, Breite 0^m13.

ΑΝΤΙΟΧΙΣ
ΛΜΜΑΤΕΥΕ
ΛΙΝΕΣΑΙΕ
ΤΟΙΠΡΟΧΣ
ΡΑΒΟΙΚΑ
ΟΣΟΣΙΑΙ
ΣΠΟΙΕΝΟ
ΑΘΕΝΑΙΟ
ΣΤΙΝΑΑ
ΛΕΟΙΠΟΟ
ΚΑΘΑΠΕΡ
ΔΕΑΥΤΟΙ
ΝΑΑΔΙΚΕ
ΑΛΛΟΣΙ
ΛΕΥ

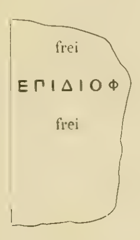
16. Fragment einer 0^m125 dicken w. Marmorplatte; rechts Rand erhalten. Länge 0^m38, Breite 0^m32, Buchstabengrösse 0^m02.

ΙΣ
ΟΝΕΜΠΟΛ
ΕΙΛΙΘΙΝ
ΕΛΕΙΑΝΕΝ
ΚΑΙΔΙΚΑΣ
ΛΔΙΚΕΙΑΥΤ
ΕΣΙΝΠΡΟΣΤ
ΜΑΡΧΟΝΑΝΕ
ΕΙΟΝΟΔΕΛ
ΣΟΤΕΣΒΟ
ΦΙΣΜΑΤΟ
ΑΣΕΣΣ
ΑΤ

17. Rings gebrochenes Fragment aus w. Marmor, lang 0ᵐ16, breit 0ᵐ11.

ΤΑΤΟΝ
ΗΕΛΚΕΦΑ
ΟΙΠΟΝΑΡ
ΛΜΜΑΤ
ΑΦΡ
Τ

18. Fragment einer etwa 0ᵐ10 dicken weissen Marmorplatte; links Rand erhalten. Länge 0ᵐ23, Breite 0ᵐ20.



19. Platte aus w. Marmor, oben abgebrochen. Breite oben 0ᵐ37, unten 0ᵐ38, Dicke etwa 0ᵐ11, jetzige Länge 0ᵐ44.

ΑΝΕΥΕΝΚΛΛ
ΠΕΚΗΘΕΝΕΓΡΑΜΜΑΤΕΥΕΝΣΙΜΩ
ΙΟΣΕΠΕΣΤΑΤΕΑΣΤΥΦΙΛΟΣΕΙΠΕΝΠΕΡ⁝
ΩΝΟΙΜΗΘΥΜΝΑΙΟΙΛΕΓΟΣΙΝΕΠΕΙΔ
sic ΗΣΥΜΑΧΟΙΕΙΣΙΝΚΑΙΕΥΝΟΙΤΗΙΠΟΛΗ
ΙΤΗΙΑΘΗΝΑΙΩΝΜΗΘΥΜΝΑΙΟΙΟΠΩΣΑΝ
ΚΑΙΠΡΟΣΤΟΣΑΛΛΟΣΣΥΜΜΑΧΟΣΤΟΣΑΘ
ΗΝΑΙΩΝΗΙΑΥΤΟΙΣΗΣΥΜΜΑΧΙΑΑΝΑΓΡ
ΑΨΑΙΑΥΤΟΣΤΟΝΓΡΑΜΜΑΤΕΑΤΗΣΒΟΛΗ
ΣΩΣΠΕΡΚΑΙΟΙΑΛΛΟΙΣΥΜΜΑΧΟΙΑΝΑΓ
ΕΓΡΑΜΜΕΝΟΙΕΙΣΙΝΟΜΟΣΑΙΔΕΤΗΝΠΡ
ΕΣΒΕΙΑΝΤΩΝΜΗΘΥΜΝΑΙΩΝΤΟΝΑΥΤΟΝ
ΟΡΚΟΝΟΜΠΕΡΚΑΙΟΙΑΛΛΟΙΣΥΜΜΑΧΟΙ
ΩΜΟΣΑΝΤΟΙΣΤΕΣΥΝΕΔΡΟΙΣΤΟΝΣΥΜΜ (sic A. K.)
ΑΧΩΝΚΑΙΤΟΙΣΣΤΡΑΤΗΓΟΙΣΚΑΙΤΟΙΣ
ΙΠΠΑΡΧΟΙΣΟΜΟΣΑΙΔΕΤΟΙΣΜΗΘΥΜΝΑ
ΙΟΙΣΤΟΣΤΕΣΥΝΕΔΡΟΣΤΩΝΣΥΜΜΑΧΩ
ΚΑΙΤΟΣΣΤΡΑΤΗΓΟΣΚΑΙΤΟΣΙΠΠΑΡΧΟ
sic ΣΚΑΤΑΤΛΤΑΥΤΛΕΠΙΜΕΛΗΘΗΝΑΙΔΕΑΙ
ΜΟΝΚΑΙΤΟΣΣΥΝΕΔΡΟΣΤΟΣΕΠΙΤΩΝ
ΩΝΟΠΩΣΑΝΟΜΟΣΩΣΙΝΑΙΑΡΧΑΙΑΙΜ
ΥΜΝΑΙΩΝΚΑΘΑΠΕΡΟΙΑΛΛΟΙΣΥΜΜΑΧΟ
ΕΠΑΙΝΕΣΑΙΔΕΤΗΜΠΟΛΙΝΤΗΝΜΗΘΥΜΝ
ΑΙΩΝΚΑΙΚΑΛΕΣΑΙΤΟΣΠΡΕΣΒΕΙΣΤΩΝ
ΜΗΘΥΜΝΑΙΩΝΕΠΙΞΕΝΙΑ

20. Oberer Theil einer $0^{m}13$ dicken weissen, mit Giebel und Eckakroterien geschmückten Marmorplatte, lang $0^{m}55$, breit $0^{m}33$.

ΚΑΛΛΙΠΠΟΘΕΤΤΑΛΟ

In dem etwa 20cm langen Zwischenraum sind keine Spuren der vorauszusetzenden Malerei erkennbar.

ΕΔΟΞΕΝΤΗΙΒΟΛΗΙΚΑΙΤΩΙΔΗΜΩΙ
ΑΚΑΜΑΝΤΙΣΕΠΡΥΤΑΝΕΥΕΑΡΧΙΚΛ
ΗΣΕΓΡΑΜΜΑΤΕΥΕΑΝΤΙΚΡΑΤΗΣΕΠ
ΕΣΤΑΤΕΓΝΩΜΗΣΤΡΑΤΗΓΩΝΚΑΛΛΙ
ΠΠΟΝΤΟΝΘΕΤΤΑΛΟΝΤΟΓΓΥΡΤΩΝΙ
ΟΝΕΠΑΙΝΕΣΑΙΟΤΙΔΟΚΕΙΕΝΑΙΑΝ
ΗΡΑΓΑΘΟΣΠΕΡΙΤΗΜΠΟΛΙΝΤΗΝΑΘ
ΗΝΑΙΩΝΚΑΙΑΝΑΓΡΑΨΑΙΑΥΤΟΝΕΣ
ΤΗΛΗΙΛΙΘΙΝΗΙΠΡΟΞΕΝΟΓΚΑΙΕΥ
ΕΡΓΕΤΗΝΑΘΗΝΑΙΩΝΑΥΤΟΓΚΑΙΤΟ
ΛΙΛΛΣΤΟΣΚΑΛΛΙΠΠΟΚΑΙΚΑΤΑ
ΓΥΚΡΛΤΙΔΑΣΙΠΠ

21. Oberer Theil einer mit einem (jetzt fast ganz weggebrochenen) Giebel geschmückten Stele aus w. M. Länge $0^{m}42$, Breite $0^{m}38$, Dicke $0^{m}09$.

Θ Ε Ο

ΕΠΙΤΗΣΠΑΝΔΙΟΝΙΔΟΣΕΝΑΤΗΣΠ
ΝΕΙΑΣΗΙΔΙΕΥΧΗΣΔΗΜΑΡΧΟΥΦΡΕ
ΙΟΣΕΓΡΑΜΜΑΤΕΥΕΝΣΩΚΕΡΔΗΣΑΛ
ΥΣΕΠΕΣΤΑΤΕΙΚΑΛΛΙΜΑΧΟΣΗΡΧΕΝ
ΟΞΕΝΤΗΙΒΟΥΛΗΙΚΑΙΤΩΙΔΗΜΩΙΙΕ
ΚΛΕΙΔΗΣΤΙΜΟΣΤΡΑΤΟΥΑΛΩΠΕΚΗΘΕ
ΕΙΠΕΝΕΠΕΙΔΗΘΕΟΓΕΝΗΣΟΝΑΥΚΡΑΤΙ
ΤΗΣΑΝΗΡΑΓΑΘΟΣΕΣΤΙΝΠΕΡΙΤΟΝΔΗΜ
ΟΝΤΟΝΑΘΗΝΑΙΩΝΚΑΙΠΟΕΙΟΤΙΔΥΝΑΤ
ΑΙΑΓΑΘΟΝΚΑΙΙΔΙΑΙΤΟΥΣΑΦΙΚΝΟΥΜ
ΕΝΟΥΣΚΑΙΔΗΜΟΣΙΑΙΚΑΙΝΥΝΚΑΙΕΝΤ
ΩΙΠΡΟΣΘΕΝΧΡΟΝΩΙΚΑΙΑΥΤΟΣΚΑΙΟΙ
ΠΡΟΓΟΝΟΙΑΥΤΟΥΔΕΔΟΧΘΑΙΤΗΙΒΟΥΛ
ΗΙΤΟΥΣΠΡΟΕΔΡΟΥΣΟΙΑΝΛΑΧΩΣΙΝΠΡ
ΟΕΔΡΕΥΕΙΝΕΙΣΤΗΝΠΡΩΤΗΝΕΚΚΛΗΣΙ
ΑΝΠΡΟΣΑΓΑΓΕΙΝΘΕΟΓΕΝΗΝΚΑΙΧΡΗΜ
ΛΙΑΥΤΩΙΓΝΩΜΗΝΔΕΞΥΜΒΑΛΛΕΣ
ΛΗΣΕΙΣΤΟΝΔΗΜΟΝΟΤ ΔΟ
ΙΝΑΙΘΕΟΓΕΝΗΝΞΕ
ΠΡΟΞΕΝΟΙ

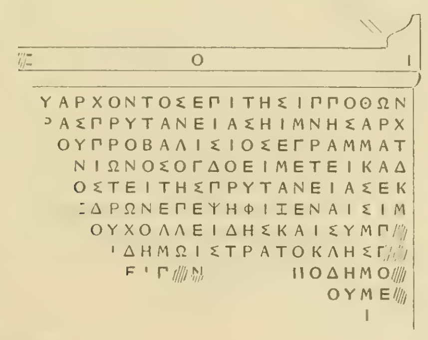
22. Zwei zusammenschliessende Fragmente einer mit einer Reliefdarstellung gekrönten weissen Marmorstele; Dicke etwa 0ᵐ12, Länge der beiden Fragmente zusammen 0ᵐ50, Breite 0ᵐ44.

Das Relief enthält folgende Darstellung: Rechts sitzt, nach links gewandt, auf einem Felsen Athena in bequemer Lage; statt der Aegis wird auf der Brust der Göttin nur das flüchtig angedeutete Gorgoneion sichtbar, der linke Arm ruht auf dem an den Felsen gelehnten Schild, zur Seite des Sitzes liegt auch der korinthische, mit starkem Busch versehene Helm der Göttin, deren Haare frei auf den Nacken herabfallen (der obere Theil ihres Kopfes fehlt); die Rechte ist erhoben, gleichsam auf den (nicht plastisch dargestellten) Speer gestützt: auf dem Schoosse sitzt die Eule (Kopf weggebrochen). — Links steht, der Göttin zugewandt, ein Mann mit entblösstem Oberkörper, die etwas erhobene Rechte vor der Brust, die Linke hängt an der Seite herab, der Kopf fehlt, wie der obere Abschluss des Reliefs und der ganzen Platte.

ΗΝΩΡΚΥΔΗΝΟΡΟΣΑΛΩΠΕΚΗΘΕΝΕΓΡΑΜΜΑΤΕΥΕΝ
ΑΒΥΔΗΝΟΙ ΡΟΞΕΝΟΙΚΑΙΕΥΕΡΓ ΑΘΗΝΑΙΩΝ
ΗΣΙΩΡΛΕΩΜΗΣΤΟΡΟΣΠΡΟΚΛΕΗΣΛΕΩΜΗΣΤΟΡΟΣ
ΑΡΙΣΤΗΙΔΗΣΔΙΑΓΟΡΟΔΗΜΟΦΑΝΗΣΔΙΑΓΟΡΟ
ΑΤΥΡΟΣΔΙΑΓΟΡΟΚΑΙΤΟΥΤΩΝΕΚΓΟΝΟΙ
ΞΕΝΤΗΙΒΟΛΗΙΕΡΓΥΘΗΙΣΕΠΡΥΤ
ΥΕΚΥΔΗΝΩΡΚΥΔ

In Zeile 2 waren zuerst die beiden Buchstaben ετ des Wortes εὐεργέται ausgelassen und der Schluss der Zeile lautete ursprünglich εὐεργαι Ἀθηναίων, das dann in εὐεργέται Ἀθηναίων corrigirt wurde.

23. Oberer Theil einer mit einem Giebel geschmückten Stele aus hym. Marmor von 0ᵐ10 Dicke. Länge und Breite 0ᵐ35.



24. Mittelstück einer Platte aus w. M.; Breite 0ᵐ30, Dicke 0ᵐ08: rechts und links Rand erhalten.

```
ΛΙΟΣΕ
ΑΙΝΕΤΟΣΕΠΕΣΓΑΤΕΠΕΙΣΑΝ
ΔΡΟΣΕΙΠΕΛΥΚΩΝΑΤΟΝΑΧΑΙ
ΟΝΕΠΕΙΔΗΕΥΠΟΕΙΑΘΗΝΑΙΟ
ΑΝΑΓΡΑΨΑΤΩΠΡΟΞΕΝΟΝΚΑ
ΕΥΕΡΓΕΤΗΝΑΘΗΝΑΙΩΝΕΝΣ
ΤΗΛΗΙΛΙΘΙΝΕΙΕΜΠΟΛΕΙΟΓΡ
ΑΜΜΑΤΕΥΣΟΤΗΣΒΟΛΗΣΚΑΙΚ
ΑΤΑΘΕΤΩΕΜΠΟΛΕΙΤΗΝΔΕΝΑ
ΥΝΗΝΔΕΤΑΙΕΚΚΟΜΙΣΑΣΘΑΙ
ΕΞΑΧΑΙΙΑΣΕΚΚΟΜΙΣΑΣΘΩΚ
ΑΙΕΞΕΝΑΙΑΥΤΩΙΠΛΕΝΚΑΙΧ
ΡΗΜΑΤΑΕΣΑΓΕΝΟΣΗΣΑΘΗΝΑ
ΙΟΙΚΡΑΤΟΣΙΚΑΙΕΣΤΑΑΘΗΝ
ΙΩΝΦΟΡΟΡΙΑΕΣΛΕΤΟΝΚΟΛΠ
ΙΙΓΤΓ    ΛΙ    ΤΟΙ
```

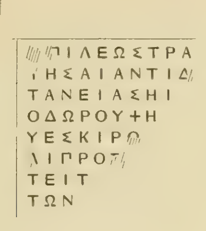
25. Zwei zusammenschliessende Fragmente einer w. Marmorplatte; Breite des Ganzen 0ᵐ47, Dicke 0ᵐ13, grösste Länge 0ᵐ57, Buchstabengrösse 0ᵐ015.

```
                      /
                    ΔΕΤC
              ΛΙΚΑΤΑ  ΙΝΑΙ
            ΟΛΗΙΤΟΛ  ΑΡΓΥΡΙ
           ΑΙΕΙΣΤΗΝ ΤΗΛΗΝΤ
         ΟΝΤΑΔΡΑΧ  ΣΕΚΤΩΝ
        ΛΤΑΛΑΝΤΩΝ  ΛΕΣΑΙΔ
       ΑΙΕΠΙΞΕΝΙΑ  ΙΣΤΟΡΡΥ
      ΑΝΕΙΟΝΕΙΣΑΥ  ΙΟΝΚΑΛΛ
     ΙΣΤΡΑΤΟΣΕΙΠΕΝΤΑΜΕΝΑΛ
     ΛΑΚΑΘΑΠΕΡΤΗ  ΒΟΛΗΙΚΑΛ
     ΕΣΑΙΔΕΚΑΙΕΠ  ΞΕΝΙΑΠΟΛ
     ΥΧΑΡΤΙΔΗΓΚΑ  ΑΛΚΙΒΙΑΔ
     ΗΝΤΟΝΥΟΝΑΥΤΟ  ΙΣΤΟΡΡΥΤΑ
     ΝΕΙΟΝΕΙΣΑΥΡΙΟΝ
```

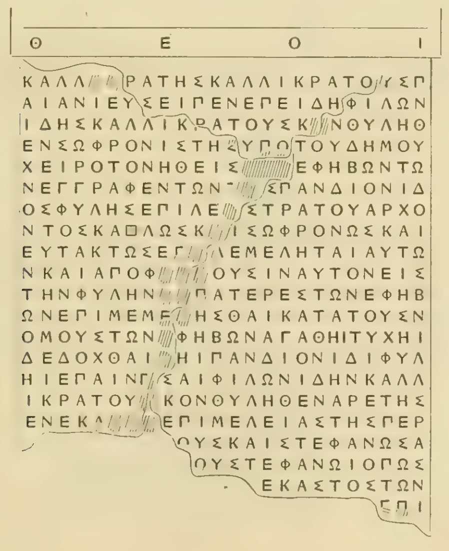
26. Unteres Stück einer 0ᵐ055 dicken weissen Marmorplatte; lang 0ᵐ34, breit 0ᵐ22.

```
ΕΑΤΗΣΒΟΥΛΗ
ΝΣΤΗΛΗΙΛΙΘΙΝΗΙ
ΕΜΠΟΛΕΙΠΡΟΞΕΝ
ΟΥΣΚΑΙΕΥΕΡΓΕΤ
ΑΣΑΥΤΟΥΣΚΑΙΕΚ
ΓΟΝΟΥΣΤΗΣΠΟΛ
ΕΩΣΤΗΣΑΘΗΝΑΙΩ
ΝΤΟΥΣΔΕΤΑΜΙΑ
ΣΔΟΥΝΑΙΤΟΑΝΑ
ΛΩΜΑ
      frei
```

27. Ungefähr 0m.20 langes und breites, jetzt 0m.07 dickes Fragment einer weissen Marmorplatte.



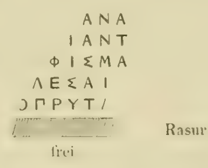
28. 3 Fragmente einer 0m.07 dicken Platte aus grauem Marmor, die mit einem Giebel geschmückt ist. Breite des oberen Theils 0m.35, Gesammtlänge etwa 0m.40. In Zeile 9 nach dem 6. Buchstaben Rasur



29. Fragment einer 0ᵐ.09 dicken weissen Marmorplatte. Länge 0ᵐ.38, Breite 0ᵐ.25. Rechts Rand erhalten.

ΙΟΝ
ΑΣΘΑΙ
ΙΦΡΑΤΡΙΑΣ
ΑΤΟΝΝΟΜΟΝΤΟΥΣ
ΟΥΣΜΕΤΑΤΗΝΑΝΤΙΟ
ΞΥΟΝΤΑΣΔΟΥΝΑΙΠΕΡ
ΨΗΦΟΝΕΙΣΤΗΝΠΡΩΤΗ
ΝΑΝΑΓΡΑΨΑΙΔΕΤΟΔΕ
ΤΟΝΑΝΑΓΡΑΦΕΑΕΝΣΤ
ΕΙΚΑΙΣΤΗΣΑΙΕΝΑΚΡ
ΣΔΕΤΗΝΑΝΑΓΡΑΦΗΝΤΗ
ΥΝΑΙΤΟΝΤΑΜΙΑΝΤΟΥ
ΡΑΧΜΑΣΕΚΤΩΝΚΑΤΑΨ
ΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΩΝΤΩΙΔ
frei

30. Fragment einer 0ᵐ.05 dicken weissen Marmorplatte, lang 0ᵐ.13, breit 0ᵐ.12. Flüchtige Schrift, die Mittelhasten im Α sind nur zum Theil erkennbar.



ΠΙΤΗΣΑΙΓΕΙΔΟΣ
ΡΤΗΙΤΗΣΠΡΥΤΑΝΕΙΑΣ
ΛΕΙΔΗΣ ΠΑΙΑΝΙΕΥΣ
ΣΘΕΝΟΥΣΑΙΓΙΛΙΕΥΣΕ
frei ΣΥΜΜΑΧΙΑΤΟΥ
ΜΕΣΣΗΝΙΣ

31. Ungefähr 0ᵐ.25 langes Fragment einer weissen Marmorplatte (Dicke nicht bestimmbar).

ΑΝΑ
ΙΑΝΤ
ΦΙΣΜΑ
ΛΕΣΑΙ
ΟΠΡΥΤ
Rasur
frei

32. Kleines, etwa 0ᵐ.16 langes Fragment aus hymett. M.; nur oben Rand erhalten.

Die Hauptinschrift in kleinen Buchstaben, die Datirung in doppelt so grosser Schrift.

ΣΑΡΧΟΝΤΟ
ΘΕΩΡΟΣΕΙΣΓΥΘΙΑ
ΑΣΤΟΣΒΑΘΥΛΛΟ
ΣΤΑΘΜΟΝ
ΙΕΙΣΗΦΑΙ
ΘΣ

33. Linkes oberes Stück einer 0m09 dicken Platte aus grauweiss. M. Oben und links Rand erhalten. Länge 0m38, Breite 0m20.

Gehört zu C. I. A. II 653.

Θ
ΤΑΔΕΟΙ
ΛΛΩΝΘΕΩ
ΕΠΙΧΑΡΗΣ
ΠΑΙΑΝΙΕΥΣ
ΑΧΑΡΝΕΥΣΔ
ΦΙΛΟΚΡΑΤΗ
ΟΙΣΜΝΗΣΙΕΡ
ΑΙΣΤΟΙΣΕΠΙ
ΧΑΡΙΑΙΑΡΑΦ
ΛΙΔΗΙΕΥΑΘΛ
ΞΕΝΩΙΑΝΑΦ/
ΠΑΡΑΔΕΞΑΜ
ΟΚΡΑΤΟΣΑΡ
ΝΟΙΣΧΑΙΡ
ΚΑΝΟΝΥΠΟ
Ο:ΧΧΗΗΗΗΠ
ΤΟ:ΧΗΗΗΠΓ
ΟΙΝΟΧΟΗ
ΧΑΛΚΟΝΙΝ
ΡΥΣΟΝΥΓ
ΘΥΜΙΑΤΙ
ΟΝ

34. Etwa 0m20 langes Fragment einer 0m06 dicken w. Marmorplatte; rechts Rand erhalten.

ΙΟΣ
ΙΙΧΑΛΚΗ
ΡΟΝΥΠΟΞΥΛΟ
ΙΧΟΤΟΜΑΚΡΟ
ΣΕΒΔΟΜΗΣΘΗΚ
ΠΟΛΛΩΝΣΤΑΘ
ΤΕΥΣΣΤΑΘΜ
ΛΜΠΥΛΑ
ΟΝΙΝ
frei

35. Rings gebrochenes Fragment einer weissen Marmorplatte Länge 0m.30, Breite 0m.16, Dicke 0m.115.

ΛΡΤΕΜΙ
ΑΝΕΘΗΚΕ
ΛΙΤΥΛΙΟ
ΟΣΠΑΡΕΔΣ
ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ
ΝΕΩΙΤΟΥΧ
ΑΤΤΔΙΣΤΑΘΜΟΝ
ΥΛΙΩΝΕΓΚΥΛΙ
ΓΔΩΝΙΩΔΥΟΧΡΥ
ΦΑΝΤΙΝΗΑΧΡΥΣ
ΠΟΔΗΡΙΣΔΙΟΠΩΝ
ΙΣΙΔΗΡΟΙΠΙΙΙΠΡΟ
∴ΚΑΤΤΙΤΕΡΙΝΑ
ΕΕΓΚΙΒΩΤΙΩΙΞΥ
ΥΓΟΑΠΕΑΓΟΣΚΑΙΠΛ
ΥΟΨΛΙΟΤΟΥΚΙΜΩΝΟ
ΜΕΝΗ∴ΣΦΡΑΓΙΔΕΣΔ
ΙΕΦΑΝΤΙΝΗ∴ΣΦΡΑΓ
ΣΠΛΑΣΤΙΓΓΑΣΕ
ΟΝ ΟΣΓΕΓΡΑΠΤ
ΝΗΤΟΙΝΘΕΟΙΝΑ
ΔΠ∴ΑΡΤΕΜΙΔΟΣΒ
ΩΝ∴ΑΡΤΕΜΙΔΟΣΒΡ
ΠΙΙΙΙ∴ΑΡΤΕΜΙΔΟΣΒ
ΙΑΣΣΦΡΑΓΙΣΙΑΣΓ
ΙΘΙΝΗΑΡΓΥΡΙΩΙΔ
ΟΑΡΓΥΡΟΣΔΑΚΤΥΛ
ΚΗ∴ ΠΙΚΟΣΚΕΙ
ΑΡΑ ΩΝΙΑΣΠΕΝ
ΛΛΟΣΔΙΞΡΡΣ
ΣΦΡΑΓΙΣ
ΥΡΩΙ

36. Fragment einer 0ᵐ11 dicken weissen Marmorplatte; links Rand erhalten. Breite 0ᵐ50, Höhe 0ᵐ26.

	ΛΥΚΙΣΚ◡	
ΑΕ	ΕΠΙΚΗΦΙΣ ΑΘΜ	
⁻ΟΦΥΠ	ΜΑΝΗΣΑΜΦΟΤΕΝΚΟ	
ΙΟΛΥΜΠ	ΟΙΚΩΑΠΟΦΥΠΩΝ	
.ΡΦΙΑΣΤΑ:Η	ΟΙΝΙΑΔΗΝΟΙΝΟΚΛΕΟ	ΛΛ
ΤΑΛΑΕΝΚΥΔ	ΑΜΑΞΑΝΦΙΑΛΣΤΑΘΜ:Η	ΛΥΔΗΑΛΩΠΕΚ..
ΑΠΟΦΥΠΟΥΣΑ	ΦΙΑΛΙΣΤΗΤΑΛΑΣΙΕΜΜ	ΤΑΛΑΣΙΟΑΠΟΦ
ΛΥΣΙΔΙΚΟΝΛΥΣΙΣΤΡ	ΕΛΟΙΚΟΥΑΠΟΦΥΠΟΥΣ	ΘΕΟΦΙΛΟΝΑΝ⁻
ΑΤΟΥΑΧΑΡΝΕΦΙΑΣΤΑ...	ΕΠΙΧΑΡΙΔΗΝΛΥΣΙΠΠ	ΕΥΩΝΥΜΕΦΙΑ
ΙΙΤΤΟΣΕΜΠΕΙΟ ΙΚΩΝ	ΟΥΛΑΜΠΤΦΙΑΣΤΑΘΜ:Η	ΜΕΝΙΟΣΕΝΙ
ΧΑΛΚΕΥΑΠΟΦΥΠΩΝ	ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣΕΜΜΕΛ	ΔΙΑΚΟΝΛΙ
ΔΙΟΝΥΣΙΟΝΙΣΟΤΕΛ	ΟΙΚΣΚΥΤΟΤΟΑΠΟΦΥΠ	ΔΙΟΠΕΙ
ΦΙΑΛΗΣΤΑΘΜΟΝ:Η:	ΘΡΑΣΥΜΗΔΗΚΗΔΕΙΔΟ	ΠΟΕ
ΜΕΝΕΙΘΕΑΝΕΜΠΕΙΟΙ	ΛΕΥΚΟΝΟΦΙΑΣΤΑΘΜ:Η	ΚΑ
ΚΟΤΑΛΑΑΠΟΦΥΠΟΥΣΑ	ΟΝΗΣΙΜΗΣΗΣΑ ΟΠΩΛ	ΟΥ
ΔΙΟΝΥΣΙΟΝΙΣΟΤΕΛΗ	ΑΛΩΠΟΙΚΟΥΑΠ	Π
ΦΙΑΛΗΣΤΑΘΜΟΝ:Η:	ΦΙΛΩΝΑΦΙΛΙ	
ΣΑΤΥΡΟΣΑΠΝΟΥΝΟΙΚ	ΩΠΕΟΙΚΟΦΙ	
ΠΕΩΡΠΟΑΠΟΦΥΠΩΝ	ΠΟΣΕΙΔΩΝ	
ΚΗΦΙΣΙΟΝΚΗΦΙΣΟΔΗ	ΝΚΟΛΛΥ	
ΜΟΥΠΑΛΛΗΦΙΑΣΤΑΘ:Η:	ΥΠΙΑΙΝ	
ΚΑΛΛΙΑΝΚΑΠΗΛΕΜΠΕ	ΧΟΑΠΙ	
ΚΩΝΑΠΟΦΥΠΩΝ	ΣΙΜΑ	
ʼΝΠ ΟΛΥΕΥΚΤΟ	ΤΑΛ	
Η	ΑΡΧ	
	ΟΥΦ	

37. Rings gebrochenes Fragment einer 0ᵐ085 dicken, auf Vorder- und Rückseite beschriebenen weissen Marmorplatte: grösste Breite 0ᵐ34, Länge 0ᵐ20.

Auf der einen Seite:

ΣΘΕΝΙΔΗΝΑΙΠΙ	ΝΙ ΩΝΟΙΚΟΥ	
ΙΕΑΦΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΘΜΟΝ Η	ΝΟΝΕΠΑΝΙΣΤΩΝ	
ΑΝΙΑΕΝΚΟΛΛΥΤΩΙΟΙΚΟΥ	ΦΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΘΜΟΝ	
ΣΑΑΠΟΦΥΠΟΥΣΑ	ΣΩΚΛΗΣΕΜΜΕΛΙ	
ΚΗΡΥΚΙΔΗΝΘΗΒΑΙΟΝ	ΚΩΝΑΠΟΦΥΠΩΝΜΕΝΕ	
Α ΚΑΙΑΡΙΣΤΟΚΛΕΑΕΝΚΥΔΑ	ΚΡΑΤΗΝΠΕΙΡ ΦΙΑΛΗ	
ΘΗΝΑΙΩΝΟΙΚΟΥΝΤΑ	ΣΤΑΘΜΟΝ Η	
⁻ΩΝ ΦΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΘΜΟΝ Η	ΤΙΜΩΕΜΜΕΛΙΤΕΙΟΙΚΟΥΣΑ	
ΕΡΜΑΙΟΣΕΜΠΕΙΡΑΕΙΟΙ	ΑΠΟΦΥΠΟΥΣΑΜΝΗΣΙΣΤΡΑ	
ΚΩΝΑΠΟΦΥΠΩΝ	ΤΟΝΑΛΑΕΑΦΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΗ	
ΕΥΘΙΠΠΟΝΛΑΜΠΤΡΕΑ	ΔΟΚΙΜΟΣΕΜΜΕΛΙΤΕΙΟΙΚΩΝ	
◠ΙΛΛΗ⊡ΣΤΑΘΜΟΝ Η	ΑΠΟΦΥΠΩΝΠΕΙΘΕΝΟΥΝ	
(sic) ΟΣΕΜΠΕΡΑΕΙΟΙΚΩΝ	ΑΛΩΠΕΚΗΘΕΝΛΥΣΙΣΤΡΑ	
◠ΝΕΥΘΙΠΠΟΝ	ΤΟΝΑΛΩΠΕΚΗΘΕΝ	
ΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΗ	ΘΟΥΔΟΣΙΟΝΑΛΩΠΕΚΗΘΕΝ	
ʼΡΑΕΙ	ΦΙΑΛΗ⊡ΣΤΑΘΜΟΝ Η	ΟΙ
ΜΠ	ΗΦΑΙΣΤΙΩΝΕΠΚΕΡΑΜΕΩΝ	ΑΠ
	ΟΙΚΩΝΑΠΟΦΥΠΩΝΕΞΗΚΕ	ΟΙΙ
	ΝΙΕΑ	ΑΙΣ
	ΝΗ	ΕΜΜ
	ΥΟΥ	ΚΛ

Auf der anderen Seite:

ϽΣΡΛΑ	
ϽΜΟΝ:Η	ΑΡΟ
ΛΑΛΩΡ:ΟΙΚ	ΤΡΟΞ
ΑΔΩΡΟΘΕΟΝ	ΦΙΑΛΗΣΤΑ
ΑΧΟΥΑΝΑΦΛ	ΝΙΚΙΡΡΟΣΕΝ
ΗΣΤΑΘΜΟΝ:Η	ΑΡΟΦΥΓΩΝΕΥ
ΣΤΙΡΡΙΔΗΣΕΝΜΟΙΚ	ΣΚΙΟΙΚΟΥΕΚΚ
ΟΦΥΓΩΝ	ΦΙΑΛΗΣΤΑΘΜ
ΟΡΤΟΛΕΜΟΝΜΕΛ	ΑΡΙΣΤΟΜΑΧΟΣ
ΛΗΣΤΑΘΜΟΝ:Η	ΑΡΟΦΥΓΩΝΟΛΥ
ΤΡΑΤΗΕΜΜΕΟΙΚ	ΚΕΦΙΣ:ΦΙΑΛΗΣΤ
ΥΓΟΥΣΑ	ΑΓΑΘΟΚΛΗΣΕ
(sic). ΤΟΔΕΜΟΝΜΕΛ	ΑΡΟΦΥΓ
ΤΑΘΜΟΝ:Η	ΞΕΝ
ΝΑΦΛ	

38. Linker oberer Theil einer Platte aus w. M., geschmückt mit einem Giebel, in welchem eine Rosette angebracht ist. Der erhaltene Theil des Schaftes der Stele enthält die Darstellung von drei sprengenden Reitern (nach rechts, in der Anordnung und Ausrüstung sehr an Schöne, Griech. Reliefs Nr. 79 erinnernd); von dem Pferde eines vierten ist nur der Schwanz erhalten. Länge 0ᵐ36, Breite 0ᵐ28, Dicke 0ᵐ06.

Auf dem Architravleisten über dem Relief:

ΡΡΟΚΛΗΣΓΝΙΦΩΝΟΣ

Es fehlt etwa ein Drittel der Inschrift, also etwa ἀνέθηκεν, und fast die Hälfte des Reliefs, welches offenbar nach dem angeführten zu ergänzen ist.

39. Fragment einer 0ᵐ11 dicken Platte aus hymett. Marmor. Rechts und links Rand erhalten. Breite 0ᵐ45, Länge des erhaltenen Stücks

0^{m}.37. Von den in flachem Relief gebildeten Olivenkränzen sind 2 ganz, 3 nur theilweise erhalten.



Im Anfang des ersten Namens ist ein Stück des Μ in einen vorspringenden Theil des Kranzes eingemeisselt, Μ.

VI.

Unterhalb der Propyläen, in der Nähe des Beulé'schen Thores gefunden.

1. Fragment einer 0^{m}.08 dicken weissen Marmorplatte, rechter Rand erhalten. Länge und Breite 0^{m}.25.

Τ
ΥΛΕΙΤ
ΝΕΞΟΔΟΝ
ΝΤΡΙΑΚΟΙ
ΙΝΕΙΑΥΤΟΝ
ΑΙΤΩΙΔΗΜΩ
ΤΑΑΓΑΘΕΙ
ΜΩΙΕΠΑΙ
ΥΑΒΥΔΗ
ΡΥΣΩΙ
ΚΑΙΕΙ
ΟΞΕΝΟΝ
ΑΙΛΕ

2. Fragment einer $0^{\mathrm{m}}085$ dicken weissen Marmorplatte, auf Vorder- und Rückseite beschrieben; an der einen Seite Rand erhalten. Grösste Länge $0^{\mathrm{m}}42$, grösste Breite $0^{\mathrm{m}}20$.

A	*B*
Ε	ΝL
ΓΥΙ	ΝΤ
ΥΡΑΝ	ΙΔΟ
ΝΗΝ	ΔΔΔΠ
ΡΑΝΗΝ	ΟΜΕΙΔ
ΥΟΩΚΑΛ	ΗΙΠΗΔΠΙΙΙΕΒ
ΡΘΕΝΩΝ	ΕΙΚΟΣΤΕΙΧΧΠ
ΑΦΗΙΡΕΘ	ΕΚΤΕΑΠΥΡΩΝΜΕ
ΓΥΡΩΝΤΩΝ	ΙΕΙΚΟΣΤΕΙΠΗΗΗΗ
ΝΕΠΙΣΤΑΤ	Η⊢⊢ΙΠΕΜΠΤΕΙΚΑΙΤ
ΕΕΛΛΗΝΟΤ	ΟΝΤΩΜΠΑΡΑΔΟΘΕΝΤΩ
ΙΝΙΠΠΟΚΑ	ΟΙΗΗΗΔΙΙΙΙΕΚΤΕΥΣΠΥ
ΚΑΣΕΠΙ	ΙΣΕΠΙΤΗΣΙΠΠΟΘΩΝΤ
ΤΟΠΑΡΘΕ	ΙΣΤΟΦΩΝΤΙΑΙΘΑΛΙ
ΥΤΩΝΑΦΕΙ	ΙΞΥΝΑΡΧΟΣΙΝΕΠΙΤ
ΤΗΡΟΣΣΙΒΥ	ΥΤΑΝΕΙΑΣΗΠΔΠΙΤ
ΟΣΜΕΛΙΤΕΙΕΠ	ΙΙΙ(ΕΚΤΕΙΤΗΣΠΡΥ
ΝΕΙΑΣΧΡΥΣΙΟ	ΕΚΑΤΗΙΗΗΔΔ⊢⊢⊢
ΟΣΗΣΜΙΑΙΚΑΙΤ	ΙΕΙΚΟΣΤΕΙΗΗΓ
ΙΑΚΟΣΤΕΙΤΗΣΠ	ΣΤΕΙΧΧΧΧΠΔ
ΣΑΙΑΝΤΙΔΟΣΧΡ	ΤΕΡΑΙΚΑΙΤΡ
ΝΕΥΟΣΗΣΤΡΙΤΗ	ΣΤΟΔΙΚΑΣΤ
ΣΕΛΗΦΘΗΕΧΩΝΟ	ΤΡΙΑΚΟΣΤ
ΣΧΡΥΣΙΟΑΤΤΙ	ΟΘΕΝΤΩ
ΠΑΝΧΡΥΣΙΟΑ	ΑΡΓΥΡΙ
ΣΤΑΘΜΟΝΧΧ	ΡΕΔΟΜ
frei	ΣΠΡΥΤ
	ΙΓ

(Fortsetzung folgt.)

Über die Brechungsexponenten der Metalle.

Von A. Kundt.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 2. Februar [s. oben S. 87].)

Die einfachste und zugleich zuverlässigste Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten, d. h. der relativen Lichtgeschwindigkeiten der durchsichtigen Körper, ist diejenige der prismatischen Ablenkung. Selbst für stark absorbirende, intensiv färbende Stoffe, welche erhebliche anomale Dispersion in einzelnen Theilen des Spectrums zeigen, hat sich dieselbe bei geeigneter Form der Prismen noch brauchbar erwiesen. Ein Versuch, die prismatische Ablenkung des Lichtes in den Metallen zu untersuchen, ist bisher wohl nicht gemacht worden, da die Metalle schon in verhältnissmässig sehr dünnen Schichten völlig undurchsichtig sind. Man hat sich daher bemüht auf anderem Wege Aufschluss über die Geschwindigkeit des Lichtes in denselben zu erhalten. Speciell für Silber hat Hr. Quincke aus verschiedenen Interferenzerscheinungen, und Hr. Wernicke aus Messungen über die Absorption des Lichtes den Brechungsexponenten berechnet. Die von Hrn. Quincke nach verschiedenen Methoden gefundenen Exponenten sind theils kleiner als Eins, theils sehr gross; Hr. Wernicke findet für Silber ungefähr den Werth 3 bis 5. Hr. Voigt berechnet dagegen aus den Wernicke'schen Beobachtungen den Exponenten des Silbers zu ungefähr $^1/_4$.[1]

Sodann hat Beer[2] nach der Cauchy'schen und Hr. Voigt[1] nach der von ihm aufgestellten Theorie aus Beobachtungen über die Reflexion an Metallen die Geschwindigkeit des Lichtes in denselben abgeleitet. Nach beiden Theorien ist zwar für die Metalle das Snellius'sche Brechungsgesetz nicht gültig, es soll mit dem Wort »Brechungsexponent« aber auch hier noch bezeichnet werden das Verhältniss der Geschwindigkeit im Vacuum zu derjenigen im Metall. Die von Beer und Voigt berechneten Werthe stimmen im Allgemeinen überein. Beide

[1] Vergl. bezüglich der Beobachtungen der HH. Quincke und Wernicke: Voigt. Wied. Annal. Bd. 23 S. 104—147 und Wied. Annal. Bd. 25 S. 95—114.

[2] Pogg. Annal. Bd. 92 S. 402—419.

finden den Exponenten für Silber und Gold kleiner als Eins, für Kupfer ungefähr gleich Eins und für die anderen Metalle Werthe grösser als Eins.

Eine längere Beschäftigung mit dem optischen Verhalten sehr dünner Metallschichten veranlasste mich, zu versuchen, ob es nicht möglich sei, sehr spitze, noch hinreichend durchsichtige Prismen von Metall anzufertigen und in ihnen die prismatische Ablenkung zu beobachten, um so vielleicht auf möglichst directem Wege zur Kenntniss der Lichtgeschwindigkeit zu kommen. Es ist mir in der That gelungen, solche Metallprismen herzustellen und mit denselben für 7 Metalle nicht nur die mittleren Brechungsexponenten, sondern für 6 auch noch den Sinn und ungefähren Betrag der Dispersion zu bestimmen. Ich glaube, dass die Messungen mit besseren optischen Instrumenten, als sie mir zur Verfügung standen, und mit der nöthigen Ausdauer noch erheblich genauer ausgeführt werden könnten, als ich sie bisher machte. Wenn ich trotzdem schon jetzt meine Arbeit vorläufig abschliesse, so mag das seine Entschuldigung darin finden, dass dieselbe bereits einen Zeitraum von 2 Jahren umfasst, dass die geringe Zahl von brauchbaren Prismen, welche im Nachstehenden aufgeführt sind, aus mindestens 2000 hergestellten ausgelesen werden mussten, dass endlich nicht viel weniger als 2000 Proben gemacht wurden, bis ich es lernte, das platinirte Glas, auf welchem die Prismen elektrolytisch niedergeschlagen wurden, in einer solchen Vollkommenheit zu erhalten, als es für den vorliegenden Zweck nöthig war.

Ich gebe im Nachstehenden zunächst eine kurze Beschreibung der Anfertigung der Prismen, alsdann die Beobachtungsmethode und die Beobachtungen nebst einer kurzen Discussion derselben. Daran schliessen sich einige Bestimmungen der Brechungsexponenten von Metalloxyden. Dann folgt eine Vergleichung meiner Resultate mit den von Beer und Voigt berechneten Werthen.

Den Schluss bilden einige Betrachtungen, zu welchen meine Resultate ungezwungen auffordern. Es zeigt sich nämlich, dass die Geschwindigkeit des Lichtes in den Metallen in naher Beziehung steht zu dem Leitungsvermögen derselben für Elektricität und Wärme. Die Metalle ordnen sich bezüglich der Lichtgeschwindigkeit in dieselbe Reihe, wie bezüglich ihres Leitungsvermögens für Elektricität und Wärme. Um eine zuverlässige, endgültige Relation aufzustellen, genügt weder der Umfang noch die Genauigkeit meiner Beobachtungen. Wenn ich trotzdem wage, an jene allgemeine Beziehung weitergehende Schlüsse zu knüpfen, so ist mein Zweck hauptsächlich, den Ausblick auf fernere Untersuchungen zu eröffnen.

Herstellung der Prismen.

Der grösste Theil der Prismen wurde elektrolytisch auf platinirtem Glas niedergeschlagen. Bei Beginn meiner Untersuchung standen mir 2 Sorten von solchem Glas zur Verfügung, nämlich einige Stücke französischen Platinglases, entnommen von einem Apparat des Hrn. König in Paris und einige Stücke, welche Hr. Dr. Lohmann in Berlin für mich platinirt hatte. Nur ein kleiner Theil des Vorrathes hatte hinreichend ebene Flächen. Es ist ferner die Platinschicht auf diesen Gläsern wohl cohärent, aber, wie man mit dem Mikroskop erkennt, sehr wenig gleichmässig. Letzteres ist gleichgültig, wenn es sich einfach darum handelt, andere Metalle in grösserer Schicht auf dem Platin niederzuschlagen, die Unhomogenität der Platinschicht war aber bei Anfertigung der Prismen sehr störend.

Da der vorhandene Vorrath bald verbraucht war, und weder aus Paris noch von Hrn. Lohmann weiteres Material erhältlich war, blieb mir Nichts Anderes übrig, als das platinirte Glas selbst herzustellen. Nach langem Bemühen ist es mir gelungen eine Zusammensetzung der Platinirungsflüssigkeit zu finden, welche ein Einbrennen bei kaum beginnender Rothgluth erlaubt, so dass die Platten völlig eben bleiben. Die Platinschicht ist überdies so vollständig gleichmässig, dass selbst bei stärkerer Vergrösserung unter dem Mikroskop keine Inhomogenitäten erkenntlich sind. Das verwendete Spiegelglas war etwa 6^{mm} dick. Das Einbrennen der Platinschicht erfolgte in einem kleinen Muffelofen. Auf das Verfahren im speciellen hier einzugehen ist unnöthig; ich werde dasselbe an einer anderen Stelle beschreiben. Die Metallprismen wurden auf dem Platinglas in folgender Weise hergestellt. Auf einen etwa 3^{cm} breiten Streifen des Glases, das horizontal liegt, stellt man vertical eine ebenso breite Elektrode aus dem niederzuschlagenden Metall, indess so, dass kein metallischer Contact vorhanden ist. In die Winkel zwischen Glas und Metall wird eine capillare Schicht der Zersetzungsflüssigkeit gebracht und durch einen Strom von passender Stärke elektrolysirt. Es schlägt sich ein Doppelkeil von Metall nieder, dessen grösste Dicke direct an dem aufgesetzten Metall liegt. Ob die Flächen des Doppelkeils einigermaassen eben, oder ob sie stark concav oder convex sind, hängt von so vielen variablen Umständen ab, dass man fast ganz dem Zufall preisgegeben ist. Brauchbar sind nur Doppelkeile, bei denen die Flächen wenigstens so weit eben sind, dass dieselben ein feines Fadenkreuz bei Betrachtung mit einem Fernrohr, welches mit einem Gauss'schen Ocular versehen ist, noch scharf spiegeln. Oft mussten 50, nicht selten noch viel mehr Prismen

niedergeschlagen werden, bis ein einigermaassen brauchbares erhalten wurde. Im Anfang, als ich die dünnen, nur $1^1/_2$ bis 2^{mm} dicken Pariser und Berliner Gläser anwandte, wurden meist nicht Doppelprismen, sondern einfache in der Weise angefertigt, dass die Metallelektrode vertical in das elektrolytische Bad tauchte und horizontal gegen dieselbe das Platinglas gebracht war. Es schlägt sich dann aus der capillaren Flüssigkeitsschicht zwischen Metall und Glas auf letzterem ein einziger hart an der Kante des Glases liegender Keil nieder. Bei Silber wurden die Prismen, nicht blos elektrolytisch, sondern auch auf chemischem Wege durch Reduction hergestellt. Hr. Quincke hat zuerst gezeigt wie man aus einer Silberlösung keilförmige Silberschichten erhält, wenn man die zu versilbernde Glasplatte auf ein Glasrohr von geeignetem Durchmesser legt. Es hat sich dann später herausgestellt, dass die so erhaltenen Silberkeile von der Mitte aus nicht stetig an Dicke zunehmen, sondern dass die Dicke periodisch wächst. Aus sehr vielen, nach der Quincke'schen Methode hergestellten Keilen kann man aber zuweilen einzelne auslesen, bei denen wenigstens auf eine kleine Strecke die Dicke continuirlich wächst und die Grenzfläche nahezu eine Ebene ist. Solche kleine Stücke wurden durch Wegwischen des übrigen Silbers isolirt und benutzt. Als Criterium für die Ebenheit der Flächen diente wieder die Reflexion eines feinen Fadenkreuzes. Für Platin musste, da ich keine guten elektrolytischen Abscheidungen erhielt, zu einer anderen Methode gegriffen werden. Es ist bekannt, dass ein Platindraht, welcher durch einen Strom zum Glühen gebracht wird, zerstäubt. Bringt man eine Glasplatte in die Nähe, so setzt sich die zerstäubte Materie auf dieser ab. Zur Herstellung von Prismen durch Zerstäubung wurde nun ein $0^{mm}.015$ dickes, 6^{mm} breites und etwa 45^{mm} langes Platinblech mit den Seitenflächen vertical dicht über einer Glasplatte, die horizontal lag, ausgespannt. Wird das Blech durch einen Strom fast zur Weissgluth erhitzt, so zerstäubt es stark und es bildet sich auf dem Glas ein Doppelprisma, welches aus einem Gemenge von Platinoxyd und Platin besteht. Die von dem Blech fortgeschleuderten sehr heissen Platintheilchen scheinen sich wenigstens zum Theil in der Atmosphaere zu oxydiren. Andererseits wird Platinoxyd schon bei ganz geringem Erwärmen zu Platin reducirt. Die Doppelprismen aus dem Gemisch von Platin und Oxyd bestehend, konnten daher leicht in solche von reinem Platin durch Erwärmen übergeführt werden.

Endlich wurde noch versucht, Doppelprismen der Metalle durch Zerstäuben einer Kathode im Vacuum herzustellen. Parallel einem Metalldraht, der als Kathode im Vacuum durch einen starken Inductions-

strom zum Glühen kommt, wird eine Glasplatte möglichst nahe aufgestellt. Es bildet sich ebenso wie unter dem galvanisch glühenden Platinblech ein Doppelkeil von dem zerstäubten Metall. Für die unten gegebenen definitiven Versuche sind aber solche Prismen nicht benutzt: ich gebe nur beiläufig einige mit denselben erhaltene Zahlen.

Beobachtungsmethode und Resultate.

Für die in der beschriebenen Weise erhaltenen Metallprismen von sehr spitzen Winkeln sind nun wie für gewöhnliche Prismen unter Annahme des Snellius'schen Brechungsgesetzes, durch Beobachtung der Winkel und der Ablenkungen, die Brechungsexponenten bestimmt. Dass die so erhaltenen Werthe wirklich den Lichtgeschwindigkeiten in den Metallen reciprok sind, wird weiter unten discutirt.

Ist der Einfallswinkel eines Lichtstrahles auf ein durchsichtiges Prisma vom Brechungsexponent n, für welches das Snellius'sche Brechungsgesetz gilt, i, der Prismenwinkel δ, und die Ablenkung, welche der Strahl nach dem Austritt aus dem Prisma gegen seine ursprüngliche Richtung erfahren hat, gleich α, so ist

$$n = \frac{\sin(\alpha + \delta - i) + \cos\delta \cdot \sin i}{\sin\delta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i}{n^2}}}.$$

Sind α und δ, wie es bei den benutzten Metallprismen immer der Fall war, sehr klein, hält man ferner i immer so klein, dass $\cos^2 i$ gleich 1 gesetzt werden kann, so wird

$$n = \frac{\alpha + \delta}{\delta}.$$

Bei Prismen von sehr kleinem brechenden Winkel ist also die Ablenkung der Strahlen für kleine Einfallswinkel unabhängig von diesen.

Hat man, wie bei den meisten der nachfolgenden Versuche, ein Doppelprisma, dessen beide Prismen in Folge der Art der Herstellung immer nahezu die gleichen, sehr kleinen brechenden Winkel haben, so gilt, wie leicht ersichtlich die obige Formel, wenn unter α und δ die Summen der Ablenkungen und der brechenden Winkel verstanden werden. Die Ablenkung ist in der obigen Formel positiv gerechnet, wenn das durch's Prisma gegangene Lichtbündel nach der dickeren Seite des Prismas zu abgelenkt ist, also negativ, wenn die Brechung der Schneide des Prismas zu erfolgt.

Nach der angegebenen Formel ist es nicht nöthig, die Winkel und Ablenkungen in genauem Bogenmaass, d. h. in Minuten und Secunden zu kennen, es genügt, dieselben in einem willkürlichen Winkelmaass zu bestimmen. Für diese Bestimmungen diente ein grosses

Meyerstein'sches Spectrometer. Das Instrument ist mit Ablesemikroskopen versehen: ein Theilstrich der Trommel dieser Mikroskope beträgt 1".946. Da die zu messenden Winkel sehr klein sind, so ist es nicht erforderlich, Ablesungen auf dem Theilkreis selbst zu machen, es genügen die Trommelablesungen. Die Werthe für α und δ sind in den folgenden Tabellen daher auch nur in Trommeltheilen, also nahezu in Doppelsecunden angegeben. Die Glasplatte, auf welcher sich die kleinen Metallprismen befanden, war für die Beobachtungen auf dem Tischchen des Spectrometers in geeigneter Weise festgekittet. Vor derselben befand sich eine Abblendevorrichtung mit Schiebern, welche bei einfachen Prismen entweder das Prisma oder eine daneben befindliche Stelle des Glases, bei Doppelprismen nach einander das eine und andere Prisma frei liess.

Die brechenden Winkel, bei Doppelprismen die Summe der beiden einzelnen, wurden in gewohnter Weise durch Spiegelung von Fäden mit einem Gauss'schen Ocular bestimmt; die Ablenkungen durch Einstellung eines feinen Fadenkreuzes auf das Spaltbild. Bei beiden Bestimmuugen stand die Platte mit den Prismen fest und wurde der Theilkreis mit dem Beobachtungsfernrohr gedreht. Die Seitenflächen der Glasplatte müssen völlig eben sein, ob dieselben eine kleine Neigung zu einander haben, ist, wie leicht ersichtlich, gleichgültig. Nach der obigen Formel genügt es die Glasplatte mit den Prismen nach dem Augenmaass senkrecht zu den einfallenden Strahlen zu stellen; gewöhnlich wurde indess die senkrechte Stellung durch Spiegelung controlirt. Da die Prismenflächen sehr klein sind, — Breite derselben 2—3^{mm}, Höhe etwa 10^{mm} — so sind die in das Objectiv gelangenden Strahlenbündel sehr dünn; dadurch wird die Einstellung des Oculars des Beobachtungsfernrohres in die richtige Brennebene erschwert. Dazu kommt, dass das Spaltbild in Folge des Durchganges des Lichtes durch die schmalen Prismen nie scharf ist, sondern durch Beugung verwaschene Ränder hat. Um die gefährlichen, aus ungenügender Justirung des Beobachtungsfernrohrs resultirenden Fehler zu beseitigen, wurden jedesmal besondere Controlbeobachtungen angestellt, mit Hülfe deren das Fernrohr genau eingestellt werden konnte. Auf die Einzelheiten des Verfahrens hier einzugehen unterlasse ich.

Die Ablenkung wurde zunächst immer für weisses Licht — Lampe, Sonne oder elektrische Lampe — bestimmt. Trotzdem bei einigen der Metalle, wie sich nachstehend ergiebt, die Dispersion sehr gross ist, konnte wegen der geringen Prismenwinkel eine Ablenkung für weisses Licht doch ganz gut ermittelt werden. Es entspricht der beobachtete Werth demjenigen der mittleren Strahlen des Spectrums. Dann wurde die Ablenkung für rothes und blaues Licht bestimmt. Hierbei wurde stets entweder die Sonne oder elektrisches Licht benutzt.

Für die Beobachtungen im Roth gingen die Strahlen je nach der Helligkeit der Lichtquelle und der Durchsichtigkeit der Prismen durch 1 bis 4 rothe Gläser; für die Beobachtungen im Blau durch ein blaues Glas und ein Gefäss mit mehr oder minder concentrirter Lösung von Kupferoxydammoniak. Da nicht immer die gleiche Anzahl von Gläsern und die gleiche Concentration der absorbirenden Flüssigkeit benutzt werden konnte, ist auch die mittlere Wellenlänge des benutzten rothen und blauen Lichtes nicht bei allen Versuchen die gleiche, mithin sind die Dispersionsbeobachtungen nicht bei allen Prismen genau unter sich vergleichbar. Ungefähr dürfte in den meisten Versuchen das Maximum des rothen Lichtes der Linie *C* und das des blauen *G* des Sonnenspectrums entsprechen. Die für die einzelnen Prismen in den nachfolgenden Beobachtungen gegebenen Winkel und Ablenkungswerthe sind jedesmal die Mittel aus einer grösseren Anzahl von Einstellungen. Es wurden immer 10 Einstellungen gemacht, und das Mittel aus diesen Werthen galt als eine Winkel- oder Ablenkungsbestimmung. Für die meisten der Prismen sind eine Anzahl solcher Bestimmungen gemacht; die Tabelle enthält für ein jedes nur das Gesammtmittel. Die Fehlergrenze geht aus den Abweichungen, welche die einzelnen Prismen für n zeigen, genügend hervor; es scheint nicht nöthig, hier die Genauigkeitsgrenzen weiter zu discutiren. Bemerkt mag werden, dass der Hauptfehler darin liegt, dass die Prismenflächen selten völlig eben sind. Alle Einstellungen habe ich immer selbst gemacht, die Ablesungen am Mikroskop machte und notirte ein Assistent, ohne den Werth der einzelnen Ablenkungen zu nennen.

Ich möchte nicht unterlassen, hier dankend die Herren zu erwähnen, welche mir bei den Messungen behülflich waren. Anfangs machte Hr. Dr. L. Arons die Ablesungen, dann Hr. Dr. C. Schmidt, schliesslich Hr. Dr. O. Wiener. Letzterer hat mich auch bei Herstellung der Prismen unterstützt und einige Controlwinkelmessungen, wie weiter unten angegeben ist, ausgeführt.

Silber.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	5.58	—	— 4.37	—	—	0.22	—	Elektrolytisch niedergeschlagen aus einem Bad von Cyan-Silber-Kalium. (1–5)
2	9.68		— 7.71			0.20		
3	11.59		— 8.29			0.28		
4	12.68		— 8.10			0.36		
5	14.38		— 10.18			0.29		
6	11.32		— 8.41			0.26		Chemisch reducirt. (6–8)
7	15.44		— 10.53			0.32		
8	21.46		— 16.77			0.22		
				Mittel	—	0.27	—	Die Dispersion im Silber ist so klein, dass sie nicht bestimmt werden konnte.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.

Gold.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	9.65	— 5.60	—	— 1.34	0.42	—	0.86	Elektrolytisch niedergeschlagen.
2	13.87	— 9.33	— 5.82	+ 1.96	0.33	0.58	1.14	
				Mittel	0.38	0.58	1.00	

Kupfer.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	8.55	— 4.70	— 3.05	+ 0.50	0.45	0.64	1.06	Elektrolytisch aus dem Roseleur'schen Bad von Cyan-Kupfer-Kalium. Ein Kupferprisma aus Kupfersulfat gab ebenfalls starke normale Dispersion. Der Winkel war aber nicht genau zu bestimmen.
2	12.31	— 6.74	— 4.23	— 2.01	0.45	0.66	0.84	
3	11.75	—	— 4.10	—	—	0.65	—	
				Mittel	0.45	0.65	0.95	

Platin.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	12.57	+ 9.50	+ 8.27	+ 4.06	1.76	1.66	1.32	Die Prismen sind erhalten durch Zerstäuben eines in der Luft galvanisch glühenden Platinblechs und darauf folgender Reduction durch Erwärmen.
2	14.21	+ 9.23	+ 8.50	+ 6.08	1.65	1.60	1.43	
3	14.52	+ 12.65	+ 9.61	+ 8.31	1.87	1.66	1.57	
				Mittel	1.76	1.64	1.44	

Eisen.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	13.97	+ 10.21	+ 9.66	+ 6.12	1.73	1.69	1.44	Das Eisen ist elektrolytisch nach dem Verfahren von Varrentrapp niedergeschlagen.
2	25.44	+ 22.59	+ 17.83	+ 15.13	1.89	1.70	1.59	
3	6.01	—	+ 4.94	—	—	1.82	—	
4	9.93	—	+ 6.29	—	—	1.63	—	
5	13.70	—	+ 9.22	—	—	1.67	—	
6	19.92	—	+ 17.61	—	—	1.88	—	
				Mittel	1.81	1.73	1.52	

Nickel.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	9.12	+ 11.90	+ 9.16	+ 8.26	2.30	2.00	1.91	Elektrolytisch aus schwefelsaurem Nickeloxydammoniak.
2	9.56	+ 9.93	+ 8.09	+ 7.41	2.04	1.85	1.78	
3	9.50	—	+ 11.18	—	—	2.18	—	
				Mittel	2.17	2.01	1.85	

Wismuth.

Nr.	δ	α roth	α weiss	α blau	n roth	n weiss	n blau	Bemerkungen.
1	12.87	+ 20.19	+ 15.31	+ 14.09	2.57	2.19	2.10	Elektrolytisch aus einem weinsäurehaltigen Wismuthbad niedergeschlagen.
2	14.20	+ 21.56	+ 19.73	+ 17.96	2.52	2.39	2.26	
3	23.79	+ 41.28	+ 28.71	+ 24.48	2.74	2.21	2.03	
				Mittel	2.61	2.26	2.13	

Discussion und Controlversuche.

Ich muss hier darauf verzichten, alle möglichen Fehlerquellen der Beobachtungsmethode ausführlich zu besprechen; ich hebe nur einige Einwendungen heraus, die man machen könnte. Zunächst kann man fragen, ob durch die Reflexionsbeobachtungen bei unseren kleinen sehr dünnen Prismen wirklich, wie bei dickeren mit grösseren Seitenflächen, die brechenden Winkel richtig bestimmt werden.

Es ist bekannt, dass, wenn die Dicke einer Metallschicht auf Glas von Null an continuirlich wächst, die Phasenänderung bei der Reflexion mit wachsender Metalldicke anfangs sich ändert und erst von einer gewissen Dicke an constant wird.[1] Wären die benutzten Prismen an der Seite der Prismenkanten so dünn, dass die Reflexion an den verschiedenen Stellen des Prismas mit verschiedener Phasenänderung erfolgen würde, so könnte dadurch die von der ganzen Prismenfläche reflectirte ebene Welle eine andere Richtung erhalten, als es dem Gesetz der gewöhnlichen Spiegelung entspricht. Dagegen ist zu bemerken, dass alle Prismen, die benutzt wurden, so dick waren, dass die Phasenänderung an allen Stellen die gleiche war. Ich habe aber noch auf zwei anderen Wegen mir die Sicherheit verschafft, dass die brechenden Winkel richtig gemessen wurden. Hr. Dr. WIENER hat nämlich nach der von ihm angegebenen Methode[2] den Winkel eines der oben benutzten Prismen bestimmt.

Das Doppelprisma von Silber Nr. 5, das leider zu denjenigen gehörte, deren Flächen wenig eben waren, ergab bei Reflexionsbeobachtungen im Mittel eine Winkelsumme von 14.38 Trommeltheilen, d. i. gleich 27.98 Bogensecunden. Hr. WIENER bestimmte darauf die Summe der Prismenwinkel nach seiner Methode zu etwa 30″.

In AgJ übergeführt ergab sich der Winkel bei Reflexionsbeobachtungen zu 67.59 Trommeltheilen = 131″80. Die Messung von Hrn. WIENER nach der Interferenzmethode 128″. Die Abweichungen liegen völlig innerhalb der Fehlergrenzen. Eine Silberschicht nimmt bei Jodirung um das Vierfache an Dicke zu; es müssen also auch die Winkel des Jodsilberprismas die vierfachen sein des ursprünglichen Silberprismas. Aus dem Werth 67.59 Trommeltheile würde sich der Winkel des Silbers zu 16.89 berechnen, während 14.38 direct beobachtet ist. Die Abweichung ist zwar etwas gross, liegt aber, wenn berücksichtigt wird, dass gerade dies Prisma wenig ebene Flächen hatte, noch innerhalb der Fehlergrenzen.

---

[1] Vergl. WIENER.
[2] A. a. O. WIED. Ann. Bd. 31 S. 629—672.

Das Silberdoppelprisma Nr. 2 obiger Tabelle gab für die Summe der Prismenwinkel in drei Beobachtungen die Werthe

8.45
10.26 Mittel 9.68 Trommeltheile.
10.32

Dasselbe in Jodsilber übergeführt ergab den Winkel

45.42
46.30 Mittel 45.86.

Dies giebt für den Winkel des Silbers 11.47.

Ebenso ergaben ein Wismuth- und ein Nickelprisma, nachdem sie in Oxyd übergeführt waren, Winkel, aus denen dann rückwärts die Winkel der Metallprismen mit hinreichender Übereinstimmung an die direct gemessenen berechnet wurden.

Werden die brechenden Winkel mittels Reflexion richtig gemessen, so können auch die Ablenkungsbeobachtungen nicht wohl durch variable Phasenänderungen gefälscht sein. Indess könnte man meinen, dass die Beugung des Lichtes die Ablenkungsbeobachtungen beeinflusse. Die schmale Öffnung der Prismen bedingt selbstverständlich eine recht merkliche Beugung und man erhält das Spaltbild selbst bei den besten Prismen nicht mit völlig scharfen Rändern. Dazu kommt, dass die Absorption des Lichtes von den Prismenschneiden nach der Basis zunimmt. Ich glaube mich aber durch mannigfache Versuche überzeugt zu haben, dass die Beugung keine constanten Fehler in die Ablenkungsbeobachtungen bringt.

Schon der Umstand, dass Prismen von sehr verschiedener Öffnungsweite, sehr verschiedenem Winkel und verschiedener Dicke, bei denen also auch der Abfall der Intensität des Lichtes von der Prismenschneide zur Basis sehr verschieden war, keine gesetzmässig veränderlichen Werthe von n lieferten, schliesst eine Fälschung der Beobachtung durch Beugung, die grösser wäre als die Fehler im Allgemeinen, aus.

Es entsteht schliesslich die wichtigste Frage, welche Deutung ist den aus den Beobachtungen berechneten Werthen von n beizulegen? Man sieht aus den gegebenen Zahlen zunächst, dass n für jedes Metall und eine bestimmte Lichtgattung in den Grenzen der benutzten Prismenwinkel eine Constante ist, und nicht gesetzmässig von diesen Winkeln, die bei Eisen und Silber um das Vierfache variiren, abhängt. Es ist n mithin jedenfalls eine das optische Verhalten des Metalls charakterisirende Grösse. Soll n, entsprechend den Erscheinungen bei durchsichtigen Medien der Quotient aus der Geschwindigkeit des Lichtes in dem umgebenden Medium, bei unseren Versuchen Luft, zu derjenigen im Metall sein, so muss, wenn das Metallprisma in ein anderes Medium gebracht wird, die Ablen-

kung der Strahlen, entsprechend dem Brechungsexponenten dieses letzteren sich ändern. Um dies zu prüfen, wurden Versuche folgender Art angestellt. Auf die Glasplatte, welche die Metallprismen trug, wurde vor die Prismen, in kleinem Abstand von denselben, eine zweite ebene Glasplatte gekittet und der Zwischenraum zwischen dieser und den Prismen mit einer Flüssigkeit gefüllt. Dann wurde von Neuem die Ablenkung bestimmt. Ist α' die neue Ablenkung und n' der Brechungsexponent der Flüssigkeit bezogen auf Luft, haben α und δ die Bedeutung wie oben, so ist, immer unter Berücksichtigung, dass die Winkel klein sind,

$$\alpha' = \delta(n - n') \text{ und}$$
$$\alpha - \alpha' = \delta(n' - 1).$$

Es kann also aus dem anderweitig zu bestimmenden Werth von n' die Ablenkung α' und aus der Differenz von α' und α der Werth n' berechnet werden. Die folgende kleine Tabelle enthält die Resultate dreier Versuche. Es ist weisses Licht benutzt; die Werthe von n' sind mit einem Spectrometer für Natronlicht bestimmt.

Metallprismen in Flüssigkeit.

Beobachtet				Berechnet	
δ	α	α'	n'	α'	n'
	Eisenprisma Nr. 2 in Lavendelöl				
25.44	+ 17.83	+ 7.08	1.44	+ 8.64	1.42
	Kupferprisma Nr. 3 in Knochenöl				
8.55	− 3.05	− 7.26	1.47	− 7.01	1.49
	Platinprisma Nr. 3 in Wasser				
14.52	+ 9.61	+ 4.36	1.33	+ 4.78	1.36

Die beobachteten und berechneten Werthe stimmen sehr gut überein.

Damit scheint mir der Beweis geliefert zu sein, so weit sich ein solcher rein experimentell liefern lässt, dass die oben berechneten Werthe von n wirklich die Geschwindigkeiten des Lichtes in den Metallen geben.

Vergleichung der Resultate mit den von BEER und Hrn. VOIGT berechneten Brechungsexponenten.

In der nachfolgenden Tabelle stelle ich die Mittel der oben gegebenen Messungen zusammen.

Zusammenstellung der Mittel für n.

	Roth	Weiss	Blau
Silber.....	—	0.27	—
Gold	0.38	0.58	1.00
Kupfer....	0.45	0.65	0.95
Platin.....	1.76	1.64	1.44
Eisen	1.81	1.73	1.52
Nickel	2.17	2.01	1.85
Wismuth..	2.61	2.26	2.13

Die Geschwindigkeit des Lichtes im Silber ist nahe 4 mal so gross als im Vacuum; die Dispersion ist im Ag jedenfalls nicht sehr gross. Auch im Gold und Kupfer ist die Geschwindigkeit grösser als im Vacuum, die Dispersion normal; in allen anderen untersuchten Metallen ist die Dispersion stark anomal. Hiermit stimmen die berechneten Werthe von Beer und Voigt im Wesentlichen, man kann sagen in überraschender Weise überein.

Beer hat nach der Cauchy'schen Theorie die Brechungsexponenten, d. h. das Verhältniss der Geschwindigkeiten im Metall und im Vacuum, aus den Beobachtungen Jamin's über die Reflection berechnet. Er findet für Silber keine sehr ausgeprägte Dispersion und einen mittleren Brechungsexponenten 0.25. Für Kupfer ergiebt sich starke normale Dispersion und für die rothen Strahlen $n < 1$; für Eisen anomale Dispersion, $n_{\mathrm{roth}} = 2.54$, $n_{\mathrm{violett}} = 1.47$.[1]

Hr. Voigt a. a. O. hat nach seiner Theorie der optischen Eigenschaften der Metalle, aus den Reflectionsbeobachtungen von Jamin, Haughton und Quincke die Werthe von n berechnet. Es ergeben sich für ein und dasselbe Metall ziemlich verschiedene n; es dürfte dies seinen Grund darin haben, dass die verschiedenen Beobachter nicht gleich chemisch reine, physikalisch gleichartige Metalle bei ihren Versuchen verwendeten. Die berechneten Werthe sind aber ebenfalls überall für Silber und Gold und bei Kupfer für die rothen Strahlen kleiner als Eins. Ebenso findet Hr. Voigt für Kupfer normale, dagegen für Eisen, Nickel, Platin und Wismuth anomale Dispersion. Eine ziemliche Differenz besteht beim Wismuth bezüglich der absoluten Werthe von n zwischen meinen und den von Hrn. Voigt berechneten Werthen. Dies dürfte wohl auch seinen Grund in der Verschiedenheit des Materials haben.

Hr. Voigt hat sodann noch in einer besonderen Abhandlung[2] gezeigt, dass nach seiner Theorie für sehr stark absorbirende Medien

[1] Pogg. Annalen Bd. 92 S. 417. 1854.

[2] Wied. Ann. Bd. 24 S. 144—156.

der Brechungsexponent auf die gewöhnliche Weise durch prismatische Ablenkung richtig bestimmt wird, wenn der brechende Winkel des Prismas nur hinreichend klein ist. Es muss die Grösse $\frac{n^2 k^2}{2} \sin^2 \delta$, in welcher n den Brechungs-, k den Absorptions-Coefficienten und δ den Prismenwinkel bezeichnet, gegen Eins zu vernachlässigen sein. Dies ist bei unseren Prismen stets der Fall, und ergiebt sich also auch nach Hrn. Voigt die Berechtigung unserer obigen Annahme, dass die erhaltenen Werthe von n den Lichtgeschwindigkeiten reciprok seien.

Auf eine Discussion der Messungen des Hrn. Dessau[1] über die in conischen Metallschichten auftretenden dunkelen Ringe mit Zugrundelegung der hier gefundenen Brechungsexponenten einzugehen ist nicht wohl möglich, da Hr. Dessau die Ringe bei normaler Incidenz nicht messen konnte. Ich will nur bemerken, dass die anomale Dispersion in Pt, Fe und Ni nicht eine anomale Reihenfolge der Ringe im Roth und Blau nothwendig bedingt, da nach den obigen Werthen für n in den genannten Metallen die Wellenlängen für roth immer noch grösser bleiben als für blau.

Brechungsexponenten der Oxyde.

Gelegentlich wurden im Laufe der Untersuchung auch die Brechungsexponenten einiger Verbindungen der Metalle, insbesondere der Oxyde, bestimmt. Es geschah dies hauptsächlich, um die Beobachtungsmethode nach verschiedenen Richtungen zu prüfen. Da von mehreren der untersuchten Substanzen die Brechungsexponenten bisher nicht bekannt sind, gebe ich einige der erhaltenen Werthe. Ich schliesse daran noch einige Bestimmungen an Metallen, die durch Oxyde verunreinigt sind.

Nr.	δ	α			n			Bemerkungen
		roth	weiss	blau	roth	weiss	blau	
Jodsilber.								
1	16.64	—	+ 21.71	—	—	2.30	—	Die Prismen sind durch Jodiren von Silberprismen erhalten.
2	45.86	—	+ 53.07	—	—	2.16	—	
3	67.59	—	+ 98.50	—	—	2.46	—	
Eisenoxyd.								
1	12.09	+ 9.38	+ 13.41	+ 16.40	1.78	2.11	2.36	Die Oxydprismen sind durch schwaches Glühen von Eisenprismen erhalten.
2	25.71	—	+ 28.66	—	—	2.12	—	

[1] Wied. Ann. Bd. 29 S. 353—376.

Nr.	δ	α			n			Bemerkungen
		roth	weiss	blau	roth	weiss	blau	
				Nickeloxyd.				
1	24.27	+ 28.57	+ 29.88	+ 33.66	2.18	2.23	2.39	Durch ziemlich starkes Glühen eines Nickelprismas erhalten.
				Wismuthoxyd.				
1	20.82	—	+ 18.94	—	—	1.91	—	Durch ziemlich starkes Glühen eines Wismuthprismas erhalten. Die Dispersion war gering, so dass sie nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte.
				Kupferoxyd.				
1	12.72	+ 20.75	+ 23.44	+ 27.71	2.63	2.84	3.18	Durch schwaches Glühen eines Kupferprismas erhalten.

Platin mit Platinoxyd gemischt.

Die durch Zerstäuben eines galvanisch glühenden Platinblechs hergestellten Prismen sind ein Gemisch von metallischem Platin und Oxydationsstufen des Platin, die wie oben angegeben, erst durch Erwärmen in reines Platin übergeführt werden.

Da die Zusammensetzung bei den verschiedenen Prismen jedenfalls eine verschiedene ist, so hat es wenig Interesse die Brechung in diesen Gemischen zu bestimmen. Ich führe nur einige Werthe an, da die Exponenten aussergewöhnlich gross sind.

Nr.	δ	α			n		
		roth	weiss	blau	roth	weiss	blau
1	40.56	+ 93.71	+ 93.02	+ 76.80	3.31	3.29	2.90
2	12.35	+ 49.26	+ 47.23	+ 42.04	4.99	4.82	4.40

Die Differenzen in den Werthen von *n* bei beiden Prismen übersteigen hier weit die Beobachtungsfehler; es ist jedenfalls der Procentgehalt des zweiten Prismas an Oxyd grösser als der des ersten. Bemerkenswerth ist, dass sich hier eine ziemlich starke anomale Dispersion zeigt; ob dieselbe durch das beigemengte Platin bedingt ist, oder dem Platinoxyd zukommt, lässt sich nicht entscheiden. Die Oxyde von Fe, Ni, Cu, Bi zeigen nach den obigen Beobachtungen normale Dispersion.

Gold mit Goldoxyd verunreinigt.

Es mag noch bemerkt werden, dass ich Mühe hatte Prismen zu erhalten von reinem metallischen Gold. Diejenigen, welche durch Zerstäuben einer Goldkathode hergestellt wurden, geben fast alle etwas grössere Brechungsexponenten als die oben in der Tabelle S. 262 angegebenen; es scheint das von geringen Beimengungen von Oxydationsstufen des Goldes herzurühren. Auch die aus einer Goldcyankaliumlösung galvanoplastisch abgeschiedenen Prismen ergeben zum Theil grössere Brechungsexponenten. Bei den erheblichen zur Verwendung kommenden Stromdichten dürften sich geringe Mengen von Goldverbindungen verschiedener Art mit dem metallischen Gold niederschlagen. Die Prismen, die abweichende Werthe gaben, waren im durchgehenden Licht nicht schön grün, wie die oben zu den Messungen benutzten, sondern mehr oder minder violett, zuweilen sogar intensiv rothviolett. Ich gebe die folgenden Beispiele:

Nr.	δ	α			n		
		roth	weiss	blau	roth	weiss	blau
1	Elektrolytisch niedergeschlagen, violettgrünlich durchsichtig.						
	9.98	+ 0.83	—	+ 2.47	1.04	—	1.25
2	Durch Zerstäuben einer Kathode im Vacuum erhalten.						
	7.70	— 0.82	— 0.07	+ 2.55	0.89	0.99	1.33
3	Durch Zerstäuben einer Kathode in Luft von geringem Druck hergestellt. Hellroth durchsichtig, wenig metallisch glänzend, enhält nur wenig metallisches Gold.						
	36.47	—	+ 37.77	—	—	2.03	—

Beziehung der Brechungsexponenten zu dem Leitungsvermögen der Metalle für Elektricität und Wärme.

Überblickt man die Werthe von n in der Zusammenstellung (S. 266), so springt sofort eine Beziehung der Brechungsexponenten zum Leitungsvermögen der Metalle für Elektricität und Wärme in die Augen. Diejenigen, denen der kleinste Brechungsexponent, also die grösste Lichtgeschwindigkeit zukommt, sind die besten Leiter für Electricität und Wärme.

Das specifische galvanische Leitungsvermögen und der Wärmeleitungs-Coefficient einer Substanz sind bei einer gegebenen Temperatur ganz bestimmte Grössen; die Lichtgeschwindigkeit in einem Körper ist es bei gegebener Temperatur nicht, denn sie variirt mit der Wellenlänge. Will man also die oben angedeutete allgemeine

Beziehung näher untersuchen und formuliren, so wird man festzusetzen haben, was dabei unter Lichtgeschwindigkeit verstanden werden soll. Die Dispersionsformeln für durchsichtige Körper führen bei immer mehr wachsender Wellenlänge auf einen bestimmten Grenzwerth des Brechungsexponenten. Dass auch bei den Metallen ein solcher Grenzwerth existirt, kann zwar nicht bewiesen werden, ist aber wahrscheinlich. Von unseren Bestimmungen liegen diesen Werthen diejenigen vermuthlich am nächsten, welche wir für rothes Licht erhielten.

Setzt man nun die Geschwindigkeit v des rothen Lichtes im Silber gleich 100, so erhält man nach der Tabelle S. 266 für die anderen Metalle die folgenden Zahlen:

Silber	100
Gold	71
Kupfer	60
Platin	15.3
Eisen	14.9
Nickel	12.4
Wismuth	10.3.

Ein Blick auf die vorstehende Tabelle zeigt, dass bis auf eine Ausnahme, nämlich Wismuth, die Werthe von v in die Grenzen der Werthe für das galvanische Leitungsvermögen, dasjenige des Silbers gleichfalls gleich 100 gesetzt, fallen, welche von den verschiedenen Beobachtern angegeben werden.[1] Der Werth 60 für Kupfer erscheint allerdings etwas klein. Es ist indessen zu beachten, dass das elektrolytische Kupfer unserer Doppelprismen möglicherweise etwas Oxydul enthielt, wodurch der Brechungsexponent zu gross, d. h. die Lichtgeschwindigkeit zu klein gefunden wird. Das Leitungsvermögen des Wismuths wird von allen Beobachtern erheblich kleiner als 10 angegeben. Das Wismuth, an welchem das Leitungsvermögen bestimmt wurde, war aber jedenfalls immer krystallinisch; die dünne Metallschicht der Wismuthprismen wies auch unter dem Mikroskop keine Spur krystallinischer Structur auf; es könnte daher das Leitungsvermögen der benutzten dünnen unkrystallinischen Wismuthschichten ein wesentlich anderes, besseres sein, als dasjenige krystallinischer Stäbe. Das Verhältniss des Leitungsvermögens für Wärme und Elektricität beim Wismuth wird auch von verschiedenen Beobachtern sehr verschieden gefunden.

Man kann daher auf Grundlage obiger Zahlen zu der Vermuthung kommen, dass das galvanische Leitungsvermögen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Lichtwellen grosser Oscillationsdauer in den Me-

[1] Wiedemann, Lehre von der Elektricität. 3. Auflage. Bd. I S. 503.

tallen wirklich proportional sei. Um diese Vermuthung zu prüfen, wäre es nothwendig, von denselben Metallstücken, oder wenigstens von solchen, die auf die gleiche Weise elektrolytisch niedergeschlagen sind, den Brechungsexponenten sehr langer Wellen und das specifische Leitungsvermögen zu bestimmen. Ob solche Bestimmungen einigermaassen genau experimentell ausführbar sind, mag dahingestellt bleiben.

Nimmt man obige Proportionalität als wenigstens angenähert durch unsere Versuche erwiesen an, so besteht damit auch eine sehr enge Beziehung zwischen Lichtgeschwindigkeit und Wärmeleitungsvermögen der Metalle, denn so gross auch die Differenzen der verschiedenen Beobachtungen sein mögen, aus der Gesammtheit aller vorliegenden Untersuchungen geht jedenfalls hervor, dass die Leitungsvermögen für Elektricität und Wärme bei den Metallen einander angenähert proportional sind.

Es besteht mithin eine wenigstens angenäherte Proportionalität zwischen Lichtgeschwindigkeit, galvanischem Leitungsvermögen und Wärmeleitungscoefficient der Metalle. Diese merkwürdige Relation deutet auf eine Verwandtschaft hin zwischen der Bewegung des Lichtes in den Metallen, der Bewegung der Elektricität im galvanischen Strom und der Wärme in einem Wärmestrom.

Ich habe versucht, für dieselbe eine Erklärung zu finden durch die Annahme, dass die Wärmeleitung in einem Metall lediglich auf Strahlung von einer Schicht zu einer benachbarten beruhe, wobei die Strahlung mit der Geschwindigkeit des Lichtes in dem betreffenden Metall erfolgt, und dass andererseits dasjenige, was wir Elektricität nennen, in einem von einem galvanischen Strom durchflossenen metallischen Leiter sich mit der Geschwindigkeit, die das Licht in dem Metall hat, bewege. Eine weitere Durcharbeitung dieser Anschauung, als ich sie bisher ausführen konnte, wird erst zeigen müssen, in wie weit dieselbe zulässig ist.

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass, wenn die in unseren Versuchen sich ergebende angenäherte Proportionalität zwischen Lichtgeschwindigkeit und galvanischem Leitungsvermögen thatsächlich vorhanden ist, sich noch einige Folgerungen ergeben, die durchs Experiment geprüft werden können. Es mögen hier nur zwei derselben, welche nahe liegen, erwähnt werden.

Das Leitungsvermögen der Metalle nimmt mit steigender Temperatur ab; es müsste mithin auch die Lichtgeschwindigkeit in denselben bei steigender Temperatur abnehmen, also der Brechungsexponent wachsen. Es hat nun allerdings Sissingh eine Änderung der Reflexionsconstanten des Eisens mit der Temperatur nicht nachweisen

können;[1] die Versuche dürften indess nicht entscheidend sein; es wären direct die Brechungsexponenten durch prismatische Ablenkung bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen. Die experimentellen Schwierigkeiten einer solchen Untersuchung halte ich nicht für unüberwindlich. Es ist sodann bekannt, dass der galvanische Widerstand der Metalle in verschiedener Richtung sich ändert, wenn dieselben in ein magnetisches Feld gebracht werden. Es müssten sich demnach auch die Brechungsexponenten der Metalle durch Magnetisiren ändern. Sollte diese Änderung zu gering sein, um gemessen werden zu können, so würde doch voraussichtlich unter geeigneten Bedingungen der Aeolotropismus, welchen die Metalle durch Magnetisiren in Bezug auf ihr Leitungsvermögen erfahren, auf optischem Wege durch auftretende Doppelbrechung des Lichtes nachweisbar sein.

[1] Sissingh, Mesures de la polarisation elliptique de la lumière. Archives Néerlandaises t. XX.

Über Bau und Bedeutung der Kanalsysteme unter der Haut der Selachier.

Von G. Fritsch.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze am 9. Februar [s. oben S. 195].)

Es giebt kaum ein Gebiet der vergleichenden Anatomie, welches bis in die neueste Zeit so viel und so eingehend behandelt worden ist, als die eigenthümlichen Kanalsysteme, welche sich unter der Haut der Amphibien und Fische befinden, sowie die damit in Beziehung stehenden specifischen Zellbildungen.

Das Gebiet ist auch ein besonders dankbares; denn bei genügender Gewandtheit in der modernen Technik ist es nicht eben schwierig, klare Bilder vom Bau dieser Organe zu gewinnen und dem mannigfaltigen Verhältniss der einzelnen Theile zu einander nachzuforschen. Eine täglich steigende Zahl von Autoren hat sich nicht nur über die zur Beobachtung gelangenden Elemente in erfreulicher Weise geeinigt, sondern man beginnt, sich auch bereits ein festeres Urtheil über die vermuthete Function zu bilden.

Eigenthümlicher Weise ist aber gerade in die Darstellung dieser Organe bei den am häufigsten dabei untersuchten Thieren, den Selachiern, eine auffallende Verwirrung eingerissen und gewisse, eine Lösung unweigerlich beanspruchende Fragen sind kaum gestellt, viel weniger gelöst worden. Was sind beispielsweise die Savi'schen Blasen der Torpedineen? Warum fehlen dieselben den verwandten Rochenarten? In welchem Verhältniss steht das System der Kopfkanäle und das Seitenkanalsystem zu denselben? Was bedeuten die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier? Haben die Torpedineen wirklich drei Anlagen von Sinnesorganen, wo andere Fische sich mit einer begnügen müssen? Und, wenn es wirklich der Fall ist, was wollen die Torpedineen mit den überreichen Sinnesorganen?

Die letzte dieser Fragen ist thatsächlich von Boll[1] ventilirt, aber nicht beantwortet worden; die andern wurden, wie mir scheint, nur

[1] Die Savi'schen Bläschen von *Torpedo*. Arch. für Anatomie u. Physiologie. 1875. S. 467 und 468.

beiläufig berührt. Ich will daher versuchen, auf dieselben eine Antwort zu geben, so weit die Untersuchung auf vergleichend-anatomischer Basis eine solche zur Zeit gestattet.

Die Savi'schen Bläschen.

Seitdem Savi[1] in seiner klassischen Arbeit die Bläschenreihen bei *Torpedo* beschrieb und in prächtiger Abbildung darstellte, hat sich unsere Kenntniss derselben erheblich erweitert, indem Leydig[2], H. Müller[3], von Kölliker[4], Max Schultze[5] und schliesslich Boll die feineren histologischen Verhältnisse untersuchten.

Dabei wurde in den Bläschen durch von Kölliker eine Epithelauskleidung festgestellt, welche von Max Schultze als mit Sinneszellen versehen erkannt wurde; diese Sinneszellen hat später Boll in seiner »ausführlichen Monographie« dieser Organe näher, aber wie wir sehen werden, falsch beschrieben.

In den allgemeinen Fragen förderten uns alle diese Arbeiten nicht sehr viel und der letzte unter den Autoren, Boll, war noch fest überzeugt, dass die Savi'schen Bläschen etwas den Torpedineen durchaus Eigenthümliches seien, wenn nicht vielleicht die anderen, darauf noch nicht untersuchten elektrischen Fische, deren hätten. Im günstigen Falle würde dadurch die Vermuthung, in ihnen ein elektrisches Sinnesorgan zu sehen, eine wesentliche Unterstützung gewinnen (a. a. O. S. 468).

Wir wissen jetzt, dass die anderen elektrischen Fische deren durchaus entbehren; um so rathloser scheinen aber die vergleichenden Anatomen geworden zu sein, was mit den Savi'schen Bläschen eigentlich anzufangen sei?

Die meisten Autoren waren geneigt, darin etwas ganz Besonderes, den Torpedineen ausschliesslich Zukommendes zu sehen. Ein je eifriger Anhänger der Descendenzlehre man aber ist, um so weniger eilig sollte man doch eine derartig befremdliche Thatsache behaupten, dass eine bestimmte zoologische Abtheilung fein ausgebildete und ausgedehnte Systeme von Sinnesorganen besitze, während die verwandten Gruppen derselben durchaus entbehrten.

[1] Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille. In: Matteucci, Traité des Phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844.

[2] Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852.

[3] Verhandlungen der physik.-medic. Gesellsch. zu Würzburg 1851.

[4] Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verhandl. der physik.-medic. Gesellsch. zu Würzburg 1856.

[5] Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862.

Wie die den Torpedineen verwandten Rochen zwar keine elektrischen Organe haben, wohl aber die betreffenden Muskeln, welche in die Batterien der Torpedineen verwandelt sind, so haben sie zwar keine Savi'schen Blasen, wohl aber die Systeme von Sinnesorganen, welche bei letzteren in solche umgewandelt wurden.

Um diesen Beweis zu führen, ist es natürlich nothwendig, sich den Bau der Savi'schen Bläschen sowohl wie die vermuthlich homologen Organe der Rochen näher anzusehen.

Die Bläschen stehen auf dem etwa viereckigen Raum zwischen den vorderen Enden der elektrischen Organe bis zur Oberlippe hin in unterbrochenen, längsgerichteten Reihen eng angefügt an die ventrale Seite einer fibrösen Platte, welche den Schnauzentheil des Fisches ungefähr in der Mitte zwischen Rücken- und Bauchfläche durchzieht. An der vordersten Schnauzenkante treten die Bläschenschnüre durch Lücken dieser Platte nach der Oberseite, wo sie vor den Augen in rudimentären Bildungen endigen. Links und rechts zweigt sich eine andere Schnur derselben ab, welche die innere Fläche des Flossenknorpels bis gegen das letzte Drittel des median anlagernden elektrischen Organs entlang zieht. Diese Verhältnisse sind von Savi im Allgemeinen treffend beschrieben, nur lege man auf die angebliche Exactheit der Beschreibung und die beigefügten Zahlen nicht zu grossen Werth, da Abbildung und Beschreibung hierin nicht einmal in Übereinstimmung sind.

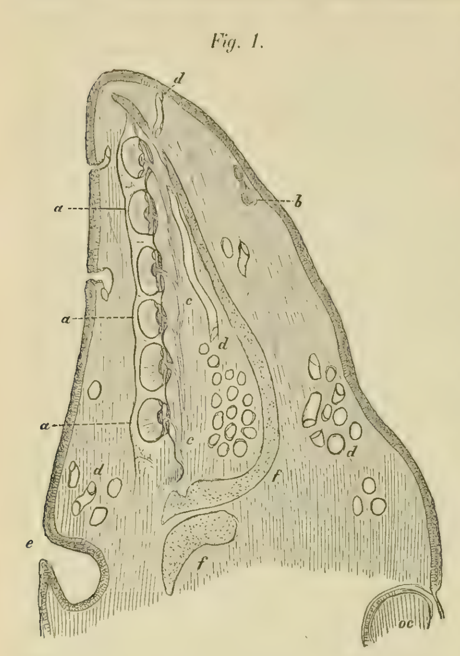
An den bezeichneten Örtlichkeiten sind die Systeme der Savi'schen Bläschen fast überall eng begleitet von den sogenannten »Schleimkanälen« oder besser »Gallertröhren« (Leydig) nebst zugehörigen Lorenzini'schen Ampullen. Demgemäss fehlt es hier auch nicht an Kanälchen, welche das Epithel durchbrechen, um mit der Aussenwelt zu communiciren.

Ein sagittaler Durchschnitt seitlich der Mittelebene durch die Schnauzenregion zeigt eine Anzahl der durch den Schnitt getroffenen Bläschen als rundliche Höhlungen hinter einander auf dem fibrösen Streifen angeordnet. (Vergl. Fig. 1).

Fertigt man einen entsprechenden Schnitt durch den Schnauzentheil einer Roche an, z. B. *Raja miraletus*, welche sich wegen geringer Entwickelung des Hautskelettes besonders eignet, so sieht man an entsprechender Stelle wie bei *Torpedo* den fibrösen Streifen und auf dessen Unterseite unter Umständen Savi'sche Bläschen, wenigstens was der Unkundige auf den ersten Blick dafür ansprechen möchte. Es erscheinen nämlich auf dem Schnitt länglich ovale Höhlungen, hinter einander gelagert, scheinbar gänzlich von einander getrennt und wie die Savi'schen Bläschen in der Tiefe der Höhlungen stellen-

weise mit eigenthümlichen Epithelinseln ausgekleidet. Noch auffallender freilich wird die Ähnlichkeit des Bildes an Schnitten, welche senkrecht auf die Sagittalebene gestellt sind, wo jederseits eine Anzahl solcher Organe auf dem Schnitt gleichzeitig sichtbar werden.

Fig. 1.



Schematischer Sagittalschnitt der Schnauze von *Torpedo ocellata juv.*

a. Savi'sche Bläschen der Ventralseite.
b. Ausführungsgänge von Kopfkanälen.
c. Nerven.
d. Lorenzini'sche Ampullengänge.
e Nasenöffnung.
f. Schnauzenknorpel.
oc. Auge.

Thatsächlich entspricht auch in der Anordnung der Organe ein der Sagittalebene paralleler Schnitt dieser Gegend von *Torpedo* sehr viel besser einem Transversal-Schnitt bei *Raja*, da der bei letzterer Art lang ausgereckte Schnauzentheil bei der ersteren in das Feld zwischen Riechorganen und Augen zurückgezogen erscheint.

Die bezeichneten Bildungen der gewöhnlichen Rochen sind nun bekanntlich keine wahren Savi-schen Bläschen, sondern stellen die Durchschnitte eines Theiles der sogenannten häutigen Kopfkanäle dar, unter welchem Namen sehr verschiedene Organanlagen zusammengefasst werden. Vergleichen wir die eben genannten Kopfkanäle der Schnauze bei den gemeinen Rochen mit den Savi'schen Bläschen der Torpedineen genauer, so ergiebt sich sowohl bei der gröberen wie der feineren Untersuchung, dass diese Übereinstimmung keine zufällige ist, sondern dass beide Anlagen entschieden homolog zu erachten sind, und die Abweichungen mit Leichtigkeit in einander übergeführt werden können.

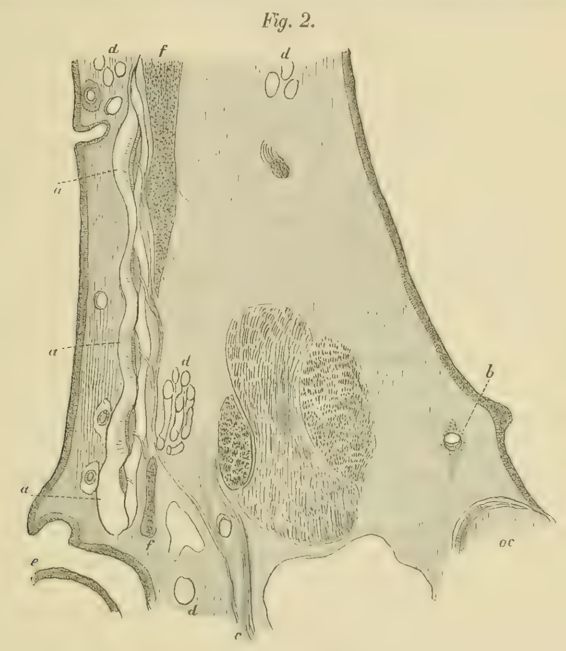
Die Savi'schen Bläschen ergeben sich demnach als in Stücke zerfallene, häutige Kopfkanäle anderer Rochen.

Folgende sind die hauptsächlichsten Gründe für diese Behauptung:

1. Die allgemeine Anordnung und Lage beider Anlagen stimmt im grossen Ganzen mit einander überein.

Die häutigen Kopfkanäle der Ventralseite, welche wesentliche Unterschiede von den faserknorpelig umhüllten anderer Kopfregionen der Rochen erkennen lassen[1], fehlen den Torpedineen, eben weil sie durch die Savi'schen Bläschen ersetzt sind, wie schon M'Donnell[2] zu seiner Verwunderung fand. Diese der ventralen Schnauzenfläche der gemeinen Rochen zugehörigen Kanäle, oder besser Spalten, zeigen

Fig. 2.



Schematischer Transversalschnitt der Schnauze von *Raja miraletus juv.*
a. Anordnung der Nervenhügel in den häutigen Kopfkanälen.
b. Faserknorpliger Kopfkanal mit Nervenhügel.
(Sonst Bezeichnungen wie in Fig. 1.)

[1] Es liegt mir durchaus fern, die häutigen Kanäle von den dorsalen, faserknorpelig umhüllten als Organe ganz abweichender Herkunft und Function hinzustellen, sondern sie sind offenbar nur ein verschieden ausgebildeter Abschnitt der einen so sehr verbreiteten und zusammengesetzten Anlage des Systems der Seitenlinie, worauf weiter unten noch einmal zurückzukommen sein wird.

[2] On the system of the »lateral line« in fishes. Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXIV. 1862. p. 164: »but the ventral portion (der Kopfkanäle) I have been unable to discover in *Torpedo.*«

im erwachsenen Zustande unsichere, unregelmässige Begrenzungen, in jugendlichem Alter communiciren sie in ausgedehntem Maasse unter einander: In diesem Alter lagern die Sinneshügel der Nervenvertheilung entsprechend in Ausbuchtungen eines subdermalen Lymphraumes, welcher den grössten Theil der fibrösen Schnauzenplatte auf ihrer ventralen Seite bedeckt.

(Umstehende schematisch gehaltene Skizze soll das Bild veranschaulichen, welches ein transversaler Schnitt durch die Schnauze einer jugendlichen Roche, *Raja miraletus*, von 7^{cm} Länge zeigt.)

Verschmelzen die dünnwandigen, aber festen bindegewebigen Häute, welche den Lymphraum begrenzen, da miteinander, wo sie zwischen den Sinneshügeln aneinander stossen, in vorwiegend sagittaler Richtung, so werden Kanäle daraus, verschmelzen sie allseitig an den Grenzen der Ausbuchtungen für die Sinneshügel, so werden aus diesen Savi'sche Blasen. Wie die Reihen der Savi'schen Blasen von der Ventralseite vorn an der Schnauzenkante zur Dorsalseite treten, so treten an gleicher Stelle die ventralen Kopfkanäle der gemeinen Rochen in die Rückenkanäle über.[1]

2. Während die Kopfkanäle der Dorsalregion ebenso wie die ihnen ganz verwandten Bildungen der Seitenlinie Querkanälchen (Solger) und röhrenförmige Anhänge zur freien Communication mit dem Medium besitzen, sind diese Communicationsröhren an den spaltenförmigen Kanälen der ventralen Schnauzenfläche stark zurückgebildet, so dass nur spärliche derartige Röhren existiren, deren haarfeine Verbindungen mit dem Lumen der Ausbuchtungen nur mit Mühe unter dem Mikroskop nachweisbar sind. Die Abschliessung dieser Sinnesorgane gegen die Aussenwelt ist demnach beinahe ebenso vollständig wie bei den Savi'schen Bläschen.

3. Beiderlei Organanlagen sind mit einem niedrigen Epithel ausgekleidet, welches sich stellenweise zu inselartigen Erhebungen umgestaltet, die auf einer quer durch das Lumen des Raumes gespannten Basilarmembran sitzen und schwebend erhalten werden, während die Nervenästchen von unten her eindringen und die polsterartigen Bindegewebsmassen durchbohren, welche das hier hohe Epithel tragen (»Nervenknöpfe« Leydig).

Diese Nervenhügel oder Nervenknöpfe sind bei den Savi'schen Bläschen in ihrer vollkommenen Ausbildung zu je dreien in der Längsrichtung des zugehörigen Nerven angeordnet und zwar ein grosser

---

[1] Über den Verlauf der Kopfkanäle bei den gemeinen Rochen vergl. auch: M'Donnell, a. a. O. Taf. IV und Taf. V Fig. 1, sowie: Merkel, Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut. Rostock 1880. Taf. II, Fig. 9.

quer nierenförmiger zwischen zwei kleineren; es kann aber auch ersterer allein vorhanden sein.

Bei den häutigen Kopfkanälen bleibt ein längerer Streifen des Sinnesepithels (»linearer Nervenknopf« LEYDIG) an der entsprechenden Stelle, der aber wenigstens in der Gegend des Nerveneintritts stärker anschwillt. Sind also die Räume selbst nicht in Stücke zerlegt, so sind es auch die Anlagen der Sinnesepithelien nicht.

4. Die Elemente des Epithels sowohl innerhalb als ausserhalb der Nervenhügel stimmen in beiden Organanlagen sehr gut überein und also auch damit, was wir sonst über den Aufbau der Sinnesorgane wissen.

Auf diesen Punkt muss ich besonderes Gewicht legen, da ich hier in der Litteratur entgegenstehende Ansichten zu bekämpfen habe. Das Epithel der SAVI'schen Bläschen ist von BOLL histologisch genauer untersucht und abgebildet worden. Nach dieser Abbildung zu schliessen sind die Elemente der Sinneshügel in ihnen allerdings ganz abweichend von denjenigen der Seitenorgane. Eigenen Untersuchungen zu Folge muss ich leider diese Beschreibung für durchaus falsch erklären.

Ich konnte mit einer gewissen Genugthuung bestätigen, dass im Nervenhügel der SAVI'schen Bläschen sowohl die den sogenannten birnförmigen Sinneszellen der Seitenorgane entsprechenden Zellen, welche auf ihrem freien Ende ein starres Sinneshaar tragen, vorhanden sind, als zwischen denselben indifferente Stützzellen, welche am distalen, verbreiterten Ende mit den Sinneszellen zusammen den stark lichtbrechenden, cuticularen Saum des Nervenhügels bilden, während die verschmälerten, stäbchenförmigen proximalen Enden mit verbreiterter Basis der »Basalplatte« (F. EILHARD SCHULZE) aufsitzen.

Die Verschmälerung der nach der Tiefe zu gerichteten Zellenden ist gewiss auch bei Nervenhügeln der Seitenorgane vorhanden; sie erklärt zum Theil den lockeren Aufbau der Zellen über der Basalplatte, wie ich ihn von den Seitenorganen des Zitterwelses beschrieb. Zwischen diesen faden- oder stabförmigen Enden bleibt genügender Spielraum für basale Zellen, die auch in den SAVI'schen Bläschen zur Beobachtung kommen, an Isolirungspraeparaten aber wegen der lockeren Anordnung zwischen den Stützzellen auszufallen pflegen.

Die von BOLL abgebildeten, nach Aussen zu stäbchenförmigen Sinneszellen mit dem feinen, in die Tiefe vordringenden Nervenfortsatz am entgegengesetzten Ende sind Phantasiegebilde des Autors. Die wirkliche Nervenendigung findet jedenfalls an den verbreiterten, unregelmässig gestalteten Enden der »birnförmigen Zellen« statt, erhält sich aber in Isolirungspraeparaten selten, da die Verlängerung des Axencylinders der hinzutretenden Nervenfaser hier einen besonders

weichen und zarten Charakter trägt. Nach den gelegentlich zur Beobachtung kommenden Stümpfen tragen diese Nervenendigungen einen ähnlichen Charakter wie ihn G. Retzius[1] aus der *Crista acustica* in seinem berühmten Werk beschreibt und abbildet.

5. Ebenso wie auf den anderen Nervenhügeln findet sich sowohl auf denjenigen der häutigen Kopfkanäle als auch der Savi'schen Bläschen eine deutliche Cupula-Bildung. In den letzteren Organen, wo sie bisher, wie es scheint, gänzlich übersehen wurde, ist sie sogar besonders kräftig und bietet eine schöne Gelegenheit die Art ihres Aufbaues zu studiren. Unter Hinzuziehung von Praeparaten auch von erwachsenen warmblütigen Wirbelthieren (z. B. der Katze) habe ich die Überzeugung gewonnen, dass die Cupula ein Secret der Stützzellen unter Betheiligung durchtretender lymphoider Elemente, die sich zurückbilden oder auflösen, darstellt. Eine ähnliche Ansicht haben auch bereits, wie mir später bekannt wurde, Solger[2] und in neuster Zeit die Gebrüder Sarasin[3] in ihren schönen Untersuchungen über ceylonische Blindwühlen in Betreff der Cupula auf den Seitenorganen ausgesprochen.

Da die Cupula auf den »linearen Nervenknöpfen« der häutigen Kanäle trotz gleicher Praeparation nur einen niedrigen Streifen bildet, liegt die Vermuthung nahe, dass durch den gänzlichen Abschluss in den Savi'schen Bläschen das Secret eine bedeutendere Ansammlung und stärkere Eindickung erfährt, wodurch gleichzeitig die Bläschen nach Art der Retentionscysten hervorgewölbt und prall angespannt werden.

Die Beschaffenheit dieser eigenthümlichen Kappe auf den Sinneshügeln ist in verschiedener Höhe über dem Epithel durchaus abweichend. In dem Bereich der Sinneshaare, wo das Secret zugleich das frischeste sein muss, trägt es einen mehr dünnflüssigen Charakter, so dass die einzelnen Haare in cylindrischen Hohlräumen der Cupula frei spielen können, und die ganze Kappe von unten betrachtet ein wabiges Aussehen darbietet. Die über den Stützzellen aufsteigenden Secretmassen gewinnen also erst in einigem Abstand eine zähere Beschaffenheit und geben der Cupula von der Seite betrachtet das bekannte streifige Aussehen. Das Bündel dieser streifigen von Haematoxylin äusserst lebhaft tingirten Massen wird oberhalb der Sinneshaare dicht und breitet sich in den Bläschen gegen die obere Wand

[1] Das Gehörorgan der Wirbelthiere Bd. I, Taf. VI, Fig. 19.

[2] Über functionelle und phylogenetische Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan der Wirbelthiere. Kosmos. 1886.

[3] Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. II, Heft II. Zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle *Ichthyophis glutinosus* S. 54. Wiesbaden 1887.

zu girandolenartig aus. Hier angelangt zerfallen sie durch fortschreitende Umbildung in kuglige, häufig unregelmässige Bildungen.

So gewiss also die Cupula durch die vorgenommene Behandlung der Objecte beeinflusst ist, so gewiss lässt sich aus dem bestimmten, der Umgebung angepassten Verhalten dieses so verbreiteten Aufsatzstückes auf den Sinneshügeln schliessen, dass die Natur schon eine Grundlage dafür liefert, welche sicher nicht ohne Bedeutung für die Function der Organe ist.[1]

Es wird alsbald darauf zurückzukommen sein, dass sich hier wie an anderen Stellen eine doppelte Function der beiden Kategorien von Zellelementen, d. h. neben der Sinneswahrnehmung eine secretorische Function zur Unterstützung derselben annehmen lässt.

Ich glaube die angeführten Gründe dürften genügen, um die behauptete Homologisirung der Savi'schen Bläschen mit häutigen Kopfkanälen der gemeinen Rochen auf sichere Basis zu stellen. Es ist hier nicht der Ort näher auf die mancherlei interessanten Einzelheiten, welche sich dabei ergeben, näher einzugehen, zumal dieselben ohne genaue Abbildungen nicht wohl verständlich sein würden. Die weitere Ausführung, sowie die Wiedergabe der bereits fertig vorliegenden Zeichnungen behalte ich mir für die zweite Abtheilung der »Elektrischen Fische«, welche im nächsten Jahre erscheinen soll, vor.

Die Lorenzini'schen Ampullen.

Erfährt das soeben Erörterte in den maassgebenden Kreisen die erhoffte Zustimmung, so sind bereits mehrere der oben gestellten Fragen beantwortet, und glaube ich auf Zustimmung mit einiger Sicherheit rechnen zu können. Ich leugne nicht, dass ich hinsichtlich der Beantwortung der übrigen nicht die gleiche Zuversicht hege, meine feste Überzeugung zu einer allgemein angenommenen zu machen, da viele Autoren sich nach sorgfältigen, eingehenden Untersuchungen ein von dem meinigen abweichendes Urtheil bereits längst gebildet

[1] Solger hat auf der letzten Naturforscherversammlung in Wiesbaden (vergl. Tageblatt S. 93) über die Cupula terminalis der Seitenorgane der Fische weitere Beobachtungen mitgetheilt und in allen wesentlichen Punkten eine gleiche Anschauung über die Natur dieses Gebildes vertreten, wie sie oben ausgeführt wurde. F. E. Schulze (ebenda S. 111) hat daran anknüpfend sie als eine auf die Epithelien um die Sinneszellen zurückzuführende Gallertmasse dargestellt, in welche die Sinneshaare hineinragen; die also innen weicher ist. Dies Hineinragen der Sinneshaare in Höhlungen der Cupula kann ich durchaus bestätigen.

haben und dasselbe ungern aufgeben dürften. Gleichwohl werden auch diese ihr Urtheil vielleicht in erneute Erwägung ziehen, und eine andere Anschauung mag sich alsdann mit der Zeit Bahn brechen.

Es gab eine Periode, wo secretorische Organe besondere Beobachtung fanden, und solche Functionen zuweilen wohl manchen Organen mit Unrecht zugeschrieben wurden. Dann folgte unter Verbesserung unserer Methoden der Untersuchung das Forschen nach der Verbreitung und Endigung der Nerven, sowie damit zusammenhängenden, bisher unbekannt gebliebenen Sinnesorganen, in welchem Streben unleugbar bis in die neueste Zeit reiche Lorbeeren geerntet worden sind. Offenbar ist es aber berechtigt zu fragen, ob nicht auch diese Bahn in zu fanatischer Weise verfolgt worden ist und gelegentlich zur Unterdrückung wohl begründeter Thatsachen geführt hat? Nach meiner Überzeugung ist die Lehre von den Lorenzini'schen Ampullen ein Beispiel für solche Ausschreitung.

Nachdem von den älteren Autoren »die Schleimkanäle« der Fische fast allgemein als ein secretorischer Apparat angesehen wurden, haben später gute Beobachter, aber noch mehr Nachfolger derselben, welche zum Theil die Unterscheidung zwischen Lorenzini'schen Ampullen und Seitenkanälen, beziehungsweise Kopfkanälen gar nicht in's Auge fassten,[1] nicht nur im Seitenkanalsystem, sondern auch in den Lorenzini'schen Ampullen ein Sinnesorgan sehen wollen.

Damit wurde alsdann freilich die oben angeführte Frage als berechtigt hingestellt: Was denn gerade die Torpedineen mit den ganzen, ihnen allein so vollständig zukommenden Sinnesorganen anfangen sollten?

Es ist in der Litteratur nicht recht ersichtlich, warum man die Thatsache übersah oder vernachlässigte, dass die »Gallertröhren« mit den zugehörigen Ampullen de facto mit einer als Secret zu bezeichnenden Substanz prall erfüllt sind, und dies Secret beim Einlegen der Objecte in conservirende Flüssigkeiten, die auf die Gewebe contrahirend einwirken, z. B. Chromsäure oder Alkohol, gelegentlich auch von selbst aus den dafür vorhandenen natürlichen Öffnungen reichlich hervorquillt. Über die secretorische Function kann daher gar kein Zweifel obwalten, wenn man sich an das thatsächlich

[1] Auch Merkel scheint die Savi'schen Bläschen nicht gekannt zu haben, wenigstens habe ich in seinem Werk: Über die Endigungen der sensibeln Nerven in der Haut, vergeblich nach Angaben gesucht, die mit Sicherheit auf solche Organe zu beziehen wären. Er selbst sagt, Savi habe die Ampullen und Röhren von *Torpedo* beschrieben und hielte die von Treviranus beschriebenen Säckchen für geschlossene Bläschen. Nach dieser Fassung sollte man annehmen, dass Merkel die Anschauung, die Bläschen seien geschlossen, überhaupt nicht theilt. A. a. O. S. 41.

Gegebene anschliessen will. Dass dies Secret nicht der allen Fischen zukommende Hautschleim sein kann, ändert an der unbestreitbaren Existenz einer auf die auskleidenden Zellen in den Kanälen zurückzuführenden Ausscheidung Nichts, gleichviel welche Bedeutung derselben für den Organismus zukommt.

In dieser Betrachtung liegt offenbar die Stärke der hier vertretenen Stellungnahme, denn Jeder, der über die Function der Organe etwas aussagen will, muss die Herkunft dieser ausgeschiedenen Substanzen in's Auge fassen, was thatsächlich in neuerer Zeit nicht mehr geschehen ist.

Aber auch wenn man die secretorische Function, die Organe als Ganzes betrachtet, zugiebt, so ist damit noch nicht gesagt, dass sie nicht ausserdem Sinnesorgane sein könnten, ja, dass in ähnlicher Weise wie die Cupulabildung auf den Sinneshügeln des Seitenkanalsystems das Secret nur ein nebensächliches oder unterstützendes Element für die percipirenden Theile sei. Dagegen darf nunmehr daran erinnert werden, dass der Fortschritt unserer Technik heutigen Tages die Mittel an die Hand giebt, der Entscheidung näher zu kommen, und dass der sichere Nachweis von wohl charakterisirten Sinnesepithelien in den Lorenzini'schen Ampullen zu erbringen ist, wenn eine gemischte Function derselben als sicher angenommen werden soll. Das Mindeste aber, was verlangt werden könnte, wäre, dass wenigstens zwei Kategorien von Zellformen von constantem Vorkommen bei allen hierhergehörigen Thieren nachgewiesen würden, deren einer die Bildung des greifbaren gallertig-schleimigen Secretes, der anderen aber die noch unbekannte, nur vermuthete Sinneswahrnehmung zuzusprechen sei.

Nichts von dem ist der Fall, obwohl es allerdings in der neueren Litteratur nicht an positiven, gegentheiligen Behauptungen fehlt. Allerdings ändert das Epithel in verschiedenen Abschnitten der Gallertröhren und Ampullen seinen Charakter, aber es fehlt an Anhalt, dass die abweichenden Zellformen auch wirklich specifisch verschieden sind.

Dagegen spricht vor Allem schon der Umstand, dass nahe verwandte Thiere erhebliche Differenzen in der Art der Epithelbildung zeigen, die Formen also für die doch als gleich anzunehmende Function hier nicht wesentlich sein kann, während die Sinnesorgane des Seitenkanalsystems gerade in Betreff der percipirenden Elemente durch das ganze Reich der Fische bis hinein in die Classe der Amphibien eine erstaunliche Übereinstimmung darthun. Am schwersten wiegend gegen meine Anschauung erschienen mir in der neueren Litteratur die Angaben meines hochverehrten Freundes Merkel,[1] der in dem bereits

[1] A. a. O. S. 44; Taf. V, Fig. 11 u. 12.

erwähnten inhaltreichen und prächtig ausgestatteten Werk über die Endigungen der sensibeln Nerven in der Haut wirkliche, haartragende Sinneszellen und Deck- (Stütz-) Zellen aus den Lorenzini'schen Ampullen von *Scyllium canicula* beschreibt, die er aber bisher allein gesehen hat. Auch sagt er selbst über den »Faden« an der Zelle: »Er geht so unmerklich aus dem Protoplasma der Zelle hervor, dass man seine cuticulare Natur nur schwer zu erkennen vermag.« Ich gestehe, dass ich diese cuticulare Natur trotz aller auf dasselbe Object verwandten Mühe gar nicht erkannt habe, sondern die »Fädchen« als ausgezogene Secretfädchen in Anspruch nehmen muss, zumal Merkel es unterlassen hat, über die Herkunft der Secretmassen in den Ampullen irgend welche Rechenschaft zu geben.

Dass die Inhaltmasse die Hohlräume bis herunter in die tiefsten Stellen prall erfüllt, sich dem Epithel so innig anfügt, wie es sich ein Sinnesepithel niemals (auch durch die Cupula nicht) gefallen lässt, und der Inhalt sich bei eintretenden Schrumpfungen in Fädchen auszieht, lässt sich gerade bei *Scyllium* sehr bequem zeigen.

Während die Epithelien der sogenannten »Centralplatte« in der Ampulle hier enorm gross werden, zeigt das Epithel der seitlichen Ausbuchtungen nur eine dürftige, Sinnesepithelien völlig unähnliche Entwickelung mit einer oberflächlichen Lage aus ganz membranösen, mit rudimentären Kernen versehenen Zellen (»Deckzellen« Merkel's) und weichen Zellen darunter von wechselnder Gestalt, mit lebenskräftigen, rundlichen Kernen, welche den gewöhnlichen Epithelien in den Seitenkanälen nicht unähnlich sind.

In Aufsicht erscheint daher die Epithelschicht auch der Ausbuchtungen, so wie sie Merkel in Fig. 12 abbildet, einschichtig, weil die oberflächliche Zellschicht mit den ausgezackten Kernrudimenten die darunter liegenden einschichtigen Zellen nur wie ein unreines Netzwerk überdeckt. Merkel's Fig. 11 und 12 sind nach eigener Angabe des Autors bei derselben Vergrösserung (1000) gezeichnet; misst man die Kerne nach, so ergiebt sich, dass die in Fig. 12 gezeichneten mit der tiefen Lage der Fig. 11 übereinstimmen, die Kerne der »Deckzellen« aber nur etwa halb so gross sind. Folglich können die auf den grosskernigen Zellen angeblich sitzenden Sinneshaare in Fig. 12 nicht in den Zwischenräumen dieser selben Zellen gelegen haben und Merkel's eigene Figur spricht gegen ihn. Wo die optischen Querschnitte der Haare gezeichnet sind, liegen allerdings besonders gern Secretfädchen angeheftet, die aber einer Zellunterlage entbehren, wie es die Figur thatsächlich angiebt.

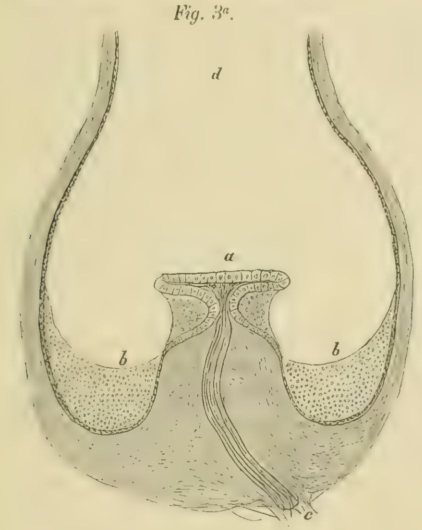
Die Zwischenräume der Epithelzellen sind durchweg mit einer coagulirbaren Substanz erfüllt, welche bei Schrumpfung der Zellen

frei stehen bleibt und ein zartes Gerüst darstellt, dessen Fasern meist etwas verbreitert von der Basalmembran entspringend, gewöhnlich zu der oberflächlichen Grenzschicht aufsteigen, seltener sich an die tiefere Zelllage anheften. Durch die Lücken der Grenzschicht wird diese im Leben gewiss zähflüssige Substanz, welche neutrales Carmin williger als Haematoxylin aufnimmt, hindurchtreten und sich dem Secret beimischen. Hier muss sich die Reaction ändern; denn auch in den Ausbuchtungen färbt sich die Ausfüllungsmasse tief blau.

Solche Fasern des intercellulären Gerüstes werden an isolirten Epithelien leicht haften bleiben und können Nervenfasern vortäuschen; um die nervöse Natur der den Zellen anhaftenden Fädchen sicher zu stellen, würde mir aus dem angeführten Grunde gerade hier der Zusammenhang mit einer unzweifelhaften Nervenfaser durchaus erforderlich scheinen.

Drängen sich die festweichen Substanzen durch engere Lücken der Grenzschicht, so werden sie durch die coagulirende Wirkung der angewandten Conservirungsmittel und Alkoholschrumpfung leicht eine mehr oder weniger fadenförmige Gestalt annehmen und ihr punktförmiger, optischer Querschnitt würde an der Stelle erscheinen, wo ihn Merkel in Fig. 12 zeichnet.

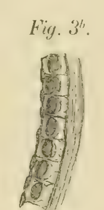
Fig. 3a.



Schematischer Durchschnitt einer Lorenzini'schen Ampulle von *Scyllium canicula*.

a. Centralplatte.
b. Scheidewände der Ausbuchtungen.
c. Nerv der Ampulle.

Fig. 3b.



Epithel der Ausbuchtungen stark vergrössert.

Übrigens dringen bei *Scyllium* die Nervenfasern als geschlossenes Bündel, ohne irgend welche Äste abzugeben, in die schmale Bindesubstanzmasse vor, welche die Centralplatte der Ampulle trägt, lassen sich markhaltig bis hart an die Basis der grossen, hier vorhandenen einschichtigen Epithelzellen verfolgen und sind nun durch die Unterhöhlung der Centralplatte gleichsam eingesperrt (vergl. die vorstehende schematische Figur). Nach den seitlichen Ausbuchtungen lassen sich keine deutlichen Nervenfasern verfolgen: wenn Nervenfädchen zu ihnen verlaufen, was ich nicht bestreiten will, so sind sie jedenfalls äusserst fein und spärlich, während die grossen Epithelzellen der Centralplatte, mit welchen die Endigungen der Axencylinder ersichtlich in Contact kommen, jedenfalls den Löwenantheil an der Innervation davontragen.

Diese Unterhöhlungen der Centralplatte scheinen bisher unbeachtet geblieben zu sein; dieselben sind um so merkwürdiger, als sie das gleiche, mächtig entwickelte Epithel, wie die Oberseite der Platte es trägt, zeigen. Indem die Höhlungen centralwärts vordringen, verringern sie die Bindegewebsunterlage derselben zu einer dünnen Lamelle, welche nun beiderseits mit den dicht aneinander stossenden Epithellagen bekleidet erscheint.

Der Übergang in die gewöhnlichen Epithelzellen vollzieht sich an der Grenze der seitlichen Ausbuchtungen sehr plötzlich, indem die oben beschriebene Grenzschicht der Ausbuchtungen unmittelbar in die cuticularen Bedeckungen des Centralplatten-Epithels übergeht, welche ihm den Namen der »Zapfenzellen« verschafft haben, die tiefere Zelllage sich ohne Übergang in die Körper der Zapfenzellen verwandelt.

Zwischen den grossen, polyedrischen Zellen dieser Region mit den meist kugeligen, seltener unregelmässig gestalteten Kernen, finden sich hier und da mit körnigen Massen ausgefüllte, engere Räume, die gegen das Lumen der Gallertröhre zu sich öffnen und ihren Inhalt zeitweise in dieses zu entleeren scheinen.[1]

Ich nehme an, dass der physiologische Zerfall einzelner Zapfenzellen der Centralplatte und ihrer Unterhöhlungen die Entstehung dieses Bildes veranlasst und die Zerfallsproducte in die gallertige Masse übergehen; nicht selten ist noch ein Zusammenhang von Theilen der Masse mit den unregelmässigen körnigen Strängen zwischen den Epithelzellen, welche sich mit Haematoxylin gleichfalls besonders lebhaft imbibiren, zu sehen.

[1] Auch Todaro scheint etwas Ähnliches gesehen zu haben, da er in seinen Untersuchungen von »cellule mucose« zwischen den anderen zapfentragenden spricht; er verlegt sie aber auf den Grund der Ausbuchtungen. Contribuzione alla anatomia e alla fisiologia di tubi di senso dei Plagiostomi. Messina 1870. p. 14 Tav. II fig. 11 e 12.

Die Zapfenzellen sind also, wie es auch Merkel gewiss mit Recht behauptet, keine Sinnesepithelien, ebenso sicher erscheint mir aber auch, dass sie für die Organe, in denen sie gefunden werden, nicht indifferent sein können; dies ergiebt sich nicht nur aus ihrer hervorragenden Ausbildung, sondern auch aus der beschriebenen Nervenanordnung: vermuthlich sind sie einmal Sinneszellen gewesen.

Die Vertheilung des Secretes in den Gallertröhren giebt aber andererseits einen Beweis dafür, dass auch die Zellen der seitlichen Ausbuchtungen in der beschriebenen Weise an der Zusammensetzung des Inhaltes betheiligt sind. Dessen fädig-körnige Massen ziehen sich auf allen Seiten, von dem niedrigen Epithel ausgehend gegen das Lumen, und durch die Schrumpfung abgelöste Secretballen zeigen noch die allgemeine Gestaltung der Ausbuchtung, welcher sie den Ursprung verdanken. Weiter gegen die Gallertröhre zu wird die Substanz homogener und erscheint nach der Conservirung längsstreifig.

Die von Boll[1] in seiner Arbeit über die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier gemachten Angaben sind unbefriedigend, da man nicht einmal über den Unterschied der Epithelien auf der Centralplatte und in den Ausbuchtungen Aufschluss erhält, und seine Behauptung über die Art der Nervenendigung in der späteren Arbeit über die Savi'schen Bläschen von ihm beiläufig zurückgenommen wurde, obwohl sie der Wahrheit wenigstens nahe kam. Er kennt nur einerlei Epithelzellen in den Ampullen und erklärt die einfache Schicht daher für »ein reines Sinnesepithel«, wie solches meines Wissens bei höheren Wirbelthieren bisher überhaupt noch nicht beobachtet wurde; jeder Gedanke an drüsigen Charakter der Organe lag ihm durchaus fern.

Leider hat auch unser berühmter Vorkämpfer auf diesem Gebiet, Leydig[2] selbst, hinsichtlich der Bedeutung der Ampullen eine von der hier ausgesprochenen abweichende Meinung geäussert, doch kann ich mich wie bei Merkel theilweise auf seine eigenen Angaben stützen, da er dieselben zum Seitenkanalsystem rechnet und nur eine besondere Form der »Schleimkanäle« in ihnen sieht. Mein Bedauern über Leydig's abweichende Deutung der Function, welche mit den anderen Sinnesorganen des Seitenkanals durchaus auf eine Stufe gestellt wird, würde noch grösser sein, wenn ich in den Schriften des genannten Autors hätte lesen müssen, dass die beiden Formen der Schleimkanäle wenigstens in den wesentlichsten Punkten ihres Baues übereinstimmten: dies ist auch nach Leidig's Angaben nicht der Fall.

[1] Die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IV 1868. — Die Savi'schen Bläschen. S. 465. Anm. 1.

[2] Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852.

Der vermuthete Zusammenhang der Nervenfasern mit Zellen des Epithels, welcher sich am leichtesten an den niedrigen, unregelmässig geformten, zuweilen in einen stumpfen Zapfen verlängerten Zellen der Ampullen von *Torpedo* darstellen lässt, berechtigt nach unseren heutigen Anschauungen wohl nicht dazu, in diesen Zellen »Ganglienkugeln« zu sehen, wie Leydig[1] früher wenigstens geneigt war. Hängen doch auch Drüsenzellen mit Nervenfasern zusammen!

Mit verzweifelter Consequenz wollte Leydig seiner Zeit den klebrigen, hierher zu rechnenden Faden in den Hautsäckchen der Myxinoiden auch als eine aufgerollte Nervenfaser ansehen, obwohl er selbst ihn sehr treffend mit einem frischen Byssusfaden, also einem Drüsensecret vergleicht; dann wäre allerdings auch das Cocon der Seidenraupe, dem das bewusste Ding, im Mikroskop betrachtet, etwas ähnlich sieht, eine aufgerollte Nervenfaser.

Die histologischen Thatsachen, welche mir die Untersuchung der Lorenzini'schen Ampullen ergab, stehen fast nirgends im Widerspruch mit der durch Leydig gegebenen Beschreibung, d. h. man vermisst auch bei ihm jeden Anhalt für hier etwa vermuthete Sinnesepithelien, zumal wenn die weniger als bei den Haifischen differencirten Ampullen der Rochen in Betracht gezogen werden. Hier fehlt der künstliche Aufbau der Centralplatte, welche nur eine unregelmässige Hervorragung im Boden der Ampulle bildet, und auch die Epithelien der einzelnen Regionen sind nur wenig verschieden und werden von Boll und Todaro als einerlei Art angesprochen.

Jeder Unbefangene, welchem ich bisher einen mikroskopischen Schnitt durch die Region der Ampullen bei *Raja* zeigte, ohne das Präparat näher zu bezeichnen, hat noch stets die vorliegenden Organe für Drüsen erklärt. Die ganze Gruppirung der Höhlungen, die Epithelauskleidung, die im Lumen sich fortschiebenden und in den Ausführungsgang (Gallertröhre) eintretenden Stränge des Secretes gehören nach allem Augenschein einem drüsigen Organ an.

Die hier ebenfalls durch Leydig behauptete Übereinstimmung mit den Ampullen des Gehörs basirt nur auf flüchtiger Betrachtung, während sie sich gerade bei den Nervenhügeln des eigentlichen Seitennervensystems so unabweisbar aufdrängt.

Von den zahlreichen Vertretern der Auffassung in Rede stehender Organe als Sinnesorgane ist unter den neueren Autoren noch der verdienstvolle Heinrich Müller[2] zu nennen, obwohl dessen Angaben die über den feineren Bau herrschenden Anschauungen nicht wesentlich abänderten.

[1] Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. S. 206.

[2] Verhandlungen der Physik.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg II, 134. 1852.

Aber auch für die secretorische Function sind Namen von gutem Klange in's Feld zu führen, freilich meist aus früherer Zeit, als die so häufig trügerische Schönheit mikroskopischer Bilder eine nüchterne, anatomische Betrachtungsweise der Dinge noch nicht in Misscredit gebracht hatte. Hierher gehört der erste sorgfältige Bearbeiter dieser Organe, Lorenzini,[1] selbst, dessen Namen Boll sehr passender Weise mit ihnen verband, dann Savi,[2] der Entdecker der nach ihm benannten Bläschen, der geniale Delle Chiaje,[3] mit welchem ich mich schon auf manchen anderen Gebieten in Übereinstimmung der Überzeugung traf, insofern er die Ampullen als »Organi mucipari« beschrieb. Ja in gewissem Sinne ist auch Merkel[4] hier zu nennen, wenn seine »haartragenden Zellen« nicht existiren, da er die nervöse Natur der Zapfenzellen bestreitet, oder auch Todaro,[5] der in den Gallertröhren nur Zapfenzellen fand (ausser den »cellule mucose«).

Die mit einem nach dem Lumen zu gerichteten Fortsatz versehenen Zellen sind für die anderen Autoren ausser Merkel der einzige Anhalt, um Sinneszellen in den Ampullen zu bestätigen, indem sie dieselben den mit starren Haaren versehenen Zellen wirklicher Sinnesorgane homolog erachten.

Auch diese Behauptung kann nicht aufrecht erhalten werden, denn die Fortsätze sind weder in ihrem morphologischen Verhalten noch im chemischen den Sinneshaaren ähnlich. Während das Sinneshaar sich als ein auf dem Cuticularsaum der Zelle mit verbreiterter Basis aufsitzendes Gebilde von grosser Vergänglichkeit darstellt, welches sich leicht knickt oder in Bündel zerspaltet, zeigt der unregelmässige, stiftförmige Anhang der Ampullenzellen bei *Torpedo* keine scharfe Begrenzung gegen die Zelle, erscheint vielmehr aus deren Inhalt ausgesondert und von sehr wechselnder, meist nur ganz unbedeutender Länge; in vielen Fällen (z. B. bei *Scyllium*) habe ich ihn gänzlich vermisst. Ich habe die Überzeugung gewonnen, dass derselbe mit

[1] Osservazioni intorno alle Torpedini. Firenze 1678, p. 7.

[2] A. a. O. Da des erfahrenen Savi Anschauungen über die Lorenzini'schen Ampullen mit meinen eigenen durchaus übereinstimmen, und in der Litteratur missverständliche Angaben über seine Darstellung verbreitet sind, möge hier der betreffende Absatz wörtlich folgen. S. 331 heisst es: »L'humeur qui est contenue dans ces organes s'écoule continuellement sur la peau par l'orifice des tubes, et cela n'arrive pas seulement pendant la vie, mais encore quelque temps après la mort, si le cadavre est conservé dans un lieu humide. Quelle est la composition de cette humeur? quel en est l'usage? Ce sont des questions que je ne puis pas résoudre«.

[3] Anatomiche disamine sulle Torpedini. In den: Atti del Real Istituto d'Incorragiamento alle Scienze naturali di Napoli VI, 1840, p. 291.

[4] A. a. O. S. 45.

[5] Contribuzione alla anatomia e alla fisiologia de' tubi di senso de' plagiostomi. Messina 1870.

der Aussonderung des Secretes etwas zu thun hat, dass er vielleicht die Eröffnung der sich umwandelnden Zelle vorbereitet und darum so wechselnde Entwickelung zeigt, oder auch gänzlich vermisst wird. Das Genus *Mustelus*, von welchem Merkel kurze Zapfen auf starker cuticularer Basis abbildet, habe ich nicht untersucht.

Die Zellen der Ampullen von *Torpedo* sind unregelmässig polygonal, wie es der Zufall der Zusammenlagerung bietet, und geben ein wenig befriedigendes, wechselvolles Bild; doch bleiben sie leichter als bei anderen Species an den blassen, sich spaltenden Verlängerungen der Axencylinder des Nervenstämmchens hängen, mit denen sie dem Augenschein nach organisch zusammenhängen. Boll, welcher am angeführten Orte solche Zellen von *Torpedo* mit anhaftendem Nervenfädchen abbildet, hat schon besonders günstige, regelmässige Individuen ausgewählt. Ich füge hinzu, dass bei *Torpedo* die Unterschiede der Epithelien auf der Centralplatte und in den Ausbuchtungen wie bei *Raja* nur unbedeutend sind.

Der gelegentlich erscheinende Zapfen auf den Zellen stellt also sicherlich kein Sinneshaar dar, sondern höchst wahrscheinlich einen bereits gesonderten, aber noch nicht völlig aufgequollenen Theil des Inhaltes, der bestimmt ist sich abzustossen.

Die bindegewebigen Röhren, welche sich an die eigentlichen Ampullen anschliessen, sind weit und mit relativ grossem Lumen nach Aussen mündend. Gleichwohl findet man sie stets prall angefüllt mit dem eigenthümlichen, gallertigen Inhalt und konnte ich nie Fremdkörper, die durch die Öffnung eingedrungen wären, in ihnen nachweisen. Bei den Röhren des Seitenkanalsystems ist dies aber der Fall, trotzdem die Öffnungen besser verwahrt zu sein pflegen: ich fand eingedrungene Massen besonders in den sogenannten äusseren Ohren der Rochen, wie ich auch früher Sand und Schlamm in den Kopfkanälen des *Malopterurus*, Diatomeen im Seitenkanal antraf. Ich glaube diese Beobachtung legt die Vermuthung nahe, dass ein Vordringen des Secretes die Gallertröhren so prall hält und das Eintreten von Gegenständen in dieselben verhindert, während die damit zusammengeworfenen Sinnesorgane eines gleich stark entwickelten Secretes entbehren.

Ist die hier entwickelte Anschauung richtig, so erledigt sich damit auch die Frage, was die Torpedineen mit dreierlei Sinnesorganen wesentlich zum gleichen Zweck (Wahrnehmung von Schwingungen und Erschütterungen des umgebenden Mediums nach der verbreitetsten Ansicht) anfangen sollten?

Sie haben dann, weil die Savi'schen Bläschen Kopfkanälen entsprechen, die Lorenzini'schen Ampullen aber

secretorische Function ausüben, nicht mehr davon als andere Fische auch.

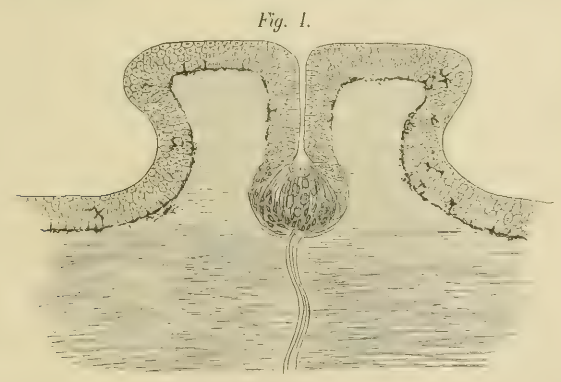
Die Spaltpapillen.

Treten bei den Torpedineen die Hautsinnesorgane in den angedeuteten Beziehungen reicher entwickelt auf als bei ihren Verwandten, so haben letztere dafür an anderen Stellen wiederum mehr davon.

Es war mir eine nicht geringe Überraschung, dass in einem so viel durchforschten Gebiet sich bei einer leicht zugänglichen Gattung, bei *Raja*, ein mit unbewaffnetem Auge sichtbares System von Organen fand, welche von den Autoren, so weit ich es feststellen konnte, bisher gänzlich übersehen worden sind. Auch Merkel, der mit besonderem Fleiss die einschlägige Litteratur berücksichtigte, hat Nichts darüber, vielmehr erklärt er, bei den Selachiern ausser *Mustelus* (am Rücken) und *Squatina* (am Maule) »freie Nervenhügel« nicht gefunden zu haben; auch »Endknospen«, die er den freien Nervenhügeln gegenüber stellt, konnte er nicht auffinden, vermuthet dieselben aber als vorhanden.

Die als neu zu beschreibenden Organe sind bei *Raja* so regelmässig geordnet und so prächtig entwickelt, dass sie vielleicht gerade deshalb übersehen und für Öffnungen des Seitenkanalsystems gehalten wurden. Sowohl ihre, wenigstens scheinbar, metamere Anordnung als auch die eigenthümliche, auffallend constante Ausbildung der Gestalt machen sie so bemerkenswerth, dass sie wohl einen eigenen Namen verdienen.

Fig. 1.



Schematischer Durchschnitt einer Spaltpapille von *Raja marginata* senkrecht auf den Spalt geschnitten; im Grunde der knospenförmige Nervenhügel mit Nerv.

Median von dem Seitenkanalsystem erhebt sich jederseits der Wirbelsäule eine Reihe von Papillen in regelmässigen Abständen, welche, etwas hinter den äusseren Ohren beginnend, bei *Raja marginata* bis zum Anfang der ersten Rückenflosse auf dem Schwanze deutlich verfolgt werden kann. Die Zahl der einzelnen Papillen bleibt noch unter der Hälfte der Zahl der Querkanälchen und beträgt bei der genannten Art 29—30 auf jeder Seite. Ausserdem findet sich unmittelbar vor den äusseren Ohren jederseits ein Paar eng aneinander gedrängt, sowie eine sagittal gestellte Reihe von je vier Organen am äusseren Winkel des *Spiraculum's* nach vorn zu verlaufend. Überall an den bezeichneten Orten ist der morphologische Charakter der gleiche: Die an der Basis rundliche Papille läuft nach oben in zwei solide Zapfen aus, welche einen linearen Spalt von constanter Orientirung zwischen sich fassen.

Die Spaltrichtung verläuft bei den beiden Längsreihen transversal, ebenso bei dem auricularen Paar, welches vorn gleichsam den Abschluss dieser Reihen bildet; bei den beiden Infraorbitalreihen steht der Spalt dagegen sagittal.

Im Hinblick auf die beschriebene eigenthümliche Bildung dieser Organe, welche sich sonst nicht zu finden scheint, möchte ich sie »Spaltpapillen« benennen, abgekürzt für »gespaltene Papillen«. Um ihre Bedeutung festzustellen war eine genaue histologische Untersuchung unerlässlich; diese wurde auch sofort ausgeführt, so weit das nicht gerade für den besonderen Zweck conservirte Material es gestattete, und sie ergab als unzweifelhaft, dass man es auch hier mit Sinnesorganen zu thun hat.

Der erste Blick auf einen senkrecht zum Spalt geführten Durchschnitt gewährte ein Bild, welches ersichtlich an den Aufbau der sogenannten »Geschmacksknospen« erinnerte (vergl. vorstehende nach einem in Alkohol erhärteten Praeparat entworfene Skizze). Das Auftreten von Geschmacksknospen an der Aussenseite des Körpers wäre für die Selachier ebenfalls als neu zu bezeichnen gewesen, doch ergab das Studium der Elemente, dass dieser Eindruck nicht zutreffend war.

Schon die Vertheilung wollte zu einer derartigen Auffassung nicht passen: denn die Geschmacksknospen (F. E. Schulze) oder becherförmigen Organe (Leydig) oder Endknospen (Merkel), wie sie genannt werden, pflegen meist eine besondere Regelmässigkeit der Anordnung nicht zu zeigen, sondern die Vertheilung ist durch die Örtlichkeit, wo sie auftreten, bedingt, oder ganz regellos. Merkel[1] ist geneigt

[1] A. a. O. S. 25.

auch für die Nervenhügel eine solche Regellosigkeit anzunehmen, und erklärt es für eine irrige Ansicht, dass die Nervenhügel an den Verlauf der Seitenlinien gebunden seien, da man sie bei der überwiegenden Zahl von Species über den ganzen Körper zerstreut vorfände. Er hat für diese Behauptung auch Beispiele beigebracht, deren Beweiskraft ich nicht in Frage zu stellen beabsichtige, nur muss ich hier daran festhalten, dass es unzweifelhaft ein System von Nervenhügeln giebt, welches mit den Seitenlinien (auch am Kopfe) innige Beziehungen hat; vermuthlich werden die ganz sporadisch zerstreuten sich doch in wichtigen Punkten von den Nervenhügeln der Seitenlinien unterscheiden, oder eine aussergewöhnliche Vertheilung der beide Anlagen innervirenden Nervenbahn hat die sonst sichtbare Ordnung verwischt.

Wie dem auch sei, im vorliegenden Falle haben die Organe zwar ihre directe Verbindung mit dem System der Seitenlinien gänzlich aufgegeben, aber die Gleichheit der Innervation durch Äste des Seitennerven am Rumpfe (und wahrscheinlich auch durch Äste des *Truncus lateralis trigemini* am Kopfe), sowie die Regelmässigkeit der Anordnung neben den Seitenlinien spricht dafür, in ihnen zu letzteren gehörige Theile zu sehen, die sich durch Anpassung eine freiere Position errungen haben, oder, wenn man die freien Nervenhügel als das Ursprüngliche auffassen will, sie nicht haben aufgeben müssen.

Die histologische Untersuchung der Elemente drängt zu derselben Entscheidung, nämlich, dass man in den Spaltpapillen eine besondere Form von Nervenhügeln und nicht Endknospen zu sehen hat. Das mikroskopische Bild zeigt das Einsinken des Epithels in den Spalt, wo alsbald die vorher niedrig kubischen Zellen der oberflächlichsten Schicht eine schön regelmässige cylindrische Gestalt bekommen.

In der Tiefe angelangt weicht das Epithel allseitig aus einander und macht einer fast kugeligen Zellenanhäufung Platz, welche sich hier auf dem Corium bis etwa zur doppelten Höhe des gesammten, gewöhnlichen Epithels erhebt. Nach dem Lumen des Spaltes zu zeigt die Zellkugel einen seichten, tellerförmigen Eindruck, gebildet von den dicht gedrängten Zellenden, welche hier mit zierlichem, cuticularem Saum endigen. Es bleibt über dieser Fläche ein niedriger kegelförmiger Raum zwischen den Spaltwänden, in den Sinneshaare hineinragen, welche sich auf den Zellen erheben. Gewöhnlich finden sich auf denselben leichte, färbbare Gerinnsel, welche zufällig in die Spalten eindringender Schleim sein können; es wäre aber auch möglich, dass diese Substanzen hier normaler Weise auftreten und eine Andeutung der *Cupula-Bildung* bedeuten.

Isolirungspraeparate des Nervenhügels lehren, dass die Hauptmasse aus sehr schmalen, platten Zellstreifen besteht, welche ihre Kerne stets in der unteren Hälfte, meist sogar ganz nahe der Basis, tragen und darum in den tieferen Theilen alle zusammen einen erheblich grösseren Umfang zeigen, als am distalen, der tellerförmigen Vertiefung angefügten Ende.

Die mit dem Gegenstande vertrauten Autoren werden keinen Anstand nehmen, in diesen gestreckten blassen Zellen die Stützelemente zu erkennen, was ich selbst für zutreffend halte.

Es ist daher um so bemerkenswerther, dass gerade diese Zellen an ihren basalen Enden sehr häufig feine, lang gestreckte Fortsätze erkennen lassen, wie solche von manchen Forschern meist ohne Weiteres für »Nervenfädchen« angesprochen werden[1]. Während es im Hinblick auf ähnliche Befunde, z. B. die cylindrischen Epithelien des Centralkanals im Rückenmark, nicht überraschen kann, dass sich von indifferenten Zellen lange Fortsätze in das darunter liegende Gewebe einsenken, so muss dies Vorkommen doch auf's Neue zur Vorsicht mahnen, nicht jeden längeren Fortsatz einer isolirten Epithelzelle als Nerv anzusprechen.

Die Träger der Nerven sind im Sinneshügel der Spaltpapille jedenfalls die spärlichen, verhältnissmässig gestreckten Zellen, welche nur etwa bis auf zwei Drittel der Höhe des ganzen Organs in die Tiefe reichen, ihre breit ovalen Kerne aber in der Mitte tragen, so dass sie oberhalb der basalen Stützzellenkerne erscheinen. Sie sind wie gewöhnlich mehr in die Mitte des Organs gestellt und allseitig von den sehr viel zahlreicheren indifferenten Zellen gedeckt, welche letzteren daher auch sonst »Deckzellen« genannt werden. Aus diesen Zahlenverhältnissen ergiebt sich schon, dass die Deckzellen nicht die Träger der wenig zahlreichen, aber ziemlich langen Sinneshaare sein können, sondern die zwischen ihnen liegenden kürzeren Zellen, welche also mit einem Wort den »birnförmigen Zellen« anderer Nervenhügel entsprechen müssen.

Die geringe Zahl und eingeklemmte Lage macht den Nachweis der an ihnen vermutheten Nervenendigung besonders schwierig, zumal dieselbe nach meiner Überzeugung hier wie anderwärts nicht sowohl fein, als vielmehr zart und hinfällig ist. Auch das zum Hügel aufstrebende Ästchen des Seitennerven ist selbst sehr dürftig, da es nur aus etwa 4—6 Nervenfasern besteht und sich, an den Epithelien

---

[1] Die Gebrüder Sarasin haben solche Zellfortsätze ebenfalls weit in die Tiefe verfolgt und meinen die Verbindung derselben mit Bindegewebszellen sichergestellt zu haben.

angelangt, scheinbar spurlos zwischen den Zellen verliert. An der Eintrittstelle liegt auch hier ein dichteres Polster von Bindegewebe mit einigen grösseren Kernen.

Vergleicht man mit der eben gegebenen Beschreibung gewisse Abbildungen von Nervenhügeln, welche Merkel[1] von *Triton taeniatus*, zumal von einem nach dem Winterschlaf gefangenen, sowie vom Kopfe des *Proteus anguineus* abbildet, so finden sich mancherlei auffallende Punkte der Vergleichung, wenn auch Merkel von Sinneshaaren dabei Nichts erwähnt. Auch er hat, so wie ich selbst es vertreten möchte, keinen Anstand genommen, trotz der knospenähnlichen Anordnung der Elemente in ihnen Nervenhügel zu erkennen.

Immerhin wird die grosse Ähnlichkeit zwischen den beiderlei Organen, wie sie sich gerade an den Spaltpapillen in auffallender Weise zeigt, als ein Fingerzeig betrachtet werden dürfen, dass die histogenetische Entwickelung eine verwandte sei. Der wesentliche Unterschied würde vermuthlich im Charakter der zugehörigen Nerven liegen, welche die zu ihren Endästen in Beziehung tretenden Epithelzellen veranlassen, sich so umzubilden, dass sie den für den Nerven adaequaten Reiz aufnehmen können, hier also zu Hörzellen im weiteren Sinne, dort zu Schmeckzellen werden.

Differenzirung von Nerv und Endorgan gingen bei der phylogenetischen Entwickelung wohl parallel, und wo Äste der mit einer bestimmten Function betrauten Nervenbahn hinliefen, werden sich auch ihre Endorgane in gleicher Weise ausgebildet haben. Wenn daher auch im Princip jede für Reize der Aussenwelt empfindliche Zelle eines Urorganismus den Ausgang für ein sich entwickelndes Sinnesorgan liefern konnte, so musste die Ordnung in den Nervenbahnen, die sich schon so früh anzeigt, auch eine bestimmte Ordnung in der Vertheilung der Sinnesorgane mit sich bringen. Es werden also nicht irgend welche Epithelzellen zu höher begabten Sinneszellen geworden sein, sondern die sich durch ihre Innervation dazu besonders eigneten.

Solche bevorzugte Begabung dürften zumal die vom Seitennervensystem versorgten Epithelgebiete gehabt haben, wenn auch vielleicht andere Stellen in ähnlicher Weise entwickelungsfähig waren. Es scheint aber auch eine andere, bei niederen Thieren auftretende Anlage, die Segmentalorgane, theilweise mit in diese Bildung übergegangen zu sein, was bei den hier bereits vorhandenen, höher differenzirten Epithelien, geeignet gewesen wäre, den Entwickelungsprocess abzukürzen.

---

[1] A. a. O. Taf. VI, Fig. 6 und Fig. 1.

Ich theile demnach die Ansicht derjenigen Autoren wie Bodenstein,[1] Emery,[2] Solger,[3] und Anderen (eine stets steigende Zahl), welche die überraschenden Ähnlichkeiten zwischen den Sinnesorganen der Seitenlinie und dem wirklichen Gehörorgan auf eine Verwandtschaft in der Anlage zurückführen und die Entwickelung des Gehörs unter Benutzung der metameren Kanalsysteme auf phylogenetischem Wege feststellen wollen. Wenn in dieser Homologie der Reihe auch noch mancher Punkt dunkel ist und länger bleiben wird, so ergiebt sich doch daraus schon jetzt eine weitere Bestätigung für die Anschauung, dass es unzulässig ist, den *Nervus acusticus* mit dem *N. opticus* und *olfactorius* auf eine Stufe zu stellen, wie ich dieselbe im Anschluss an Gegenbaur auch an anderem Orte[4] zu begründen versucht habe.

Die oben gegebene Beschreibung der Spaltpapillen stützt sich speciell auf Beobachtungen an *Raja marginata*, doch wurde bereits das ganz ähnliche Auftreten derselben bei *R. miraletus*, *asterias*, *Schultzii* und *oxyrhyncha* festgestellt; unwesentliche Unterschiede ergeben sich in Betreff der Zahl, insofern *R. asterias* und *miraletus* anstatt des auricularen Organpaares hier nur eine einzelne Papille hat, in der Infraorbitalreihe anstatt vier nur zwei deutliche Papillen aufweist; *R. Schultzii* zeigt drei infraorbitale und zwei auriculare jederseits. Ich bin überzeugt, dass diese Papillen allen *Raja*-Arten zukommen, wenn auch verschieden stark entwickelt, wie z. B. schon *R. oxyrhyncha* verhältnissmässig niedrige aufweist.

Überall, wo ich die Organe antraf, war die Spaltrichtung bei den Reihen in demselben Sinne orientirt, so dass sich zweifellos darin ein bestimmtes Gesetz der Organisation verräth. Da auch in den Savi'schen Bläschen der grösste Durchmesser des Nervenhügels sich senkrecht auf die Richtung des zutretenden Nervenstammes entwickelt, möchte ich glauben, dass der Verlauf des Nerven auch bei den Papillen mit der Spaltrichtung etwas zu thun hat. Das Verhältniss der Richtung zu der des darunter lagernden Kanalsystems ist so, dass der Spalt gleichzeitig mit dem Querkanälchen oder einem gleichwerthigen Kopfkanälchen quer oder längs durchschnitten wird.

Bei den Torpedineen vermisste ich die Spaltpapillen durchaus, obgleich sie hier leicht zu finden sein müssten, und es

[1] Der Seitenkanal von *Cottus gobio*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 37.

[2] Fierasfer in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel 1880.

[3] Über functionelle und phylogenetische Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan der Wirbelthiere. Kosmos 1886.

[4] Elektrische Fische. Abth. I. *Malopterurus*.

hat also die so überreich von der Natur ausgestattete Familie in diesem Punkte das Nachsehen gehabt.

Die Organe wurden auch bisher bei den Haifischen nicht aufgefunden; doch ist es nicht unmöglich, dass die dichte Chagrinirung der Haut die zarten Papillen nur schwierig auffindbar macht. In dieser Vermuthung bestärkt mich besonders eine Angabe von Solger,[1] die einzige bisher in der Litteratur von mir aufgefundene, welche ich mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die in Rede stehenden Organe beziehen konnte. Solger fand median von der Anlage der Seitenlinie bei Embryonen von *Acanthias* Zapfen, von welchen er vermuthet, dass sie später »zu becherförmigen Organen« werden. Es unterliegt nur geringem Zweifel, dass die beschriebene Bildung bei den Haifisch-Embryonen dieselbe Organanlage ist, wie ich sie bei den entwickelten gemeinen Rochen auffand. Während sie sich also bei den Haifischen später zurückbildet oder wenigstens unkenntlich wird, bleibt sie bei den Rochen erhalten.

Die Beziehung der Spaltpapillen zum System der Seitenlinien prägt sich auch an der kurzen Infraorbitalreihe aus, wo unter ihnen ein faserknorpelig eingehüllter Kopfkanal verläuft.

Man könnte im Hinblick auf diese Lagerungsverhältnisse zu der Idee kommen, dass bei den bezeichneten Thieren die Nervenhügel, welche ja öfters frei auf der Seitenlinie stehen, aus den Kanälen ausgetreten seien. Dies ist aber nicht der Fall; die Untersuchung lehrt, dass auch im Kanal solche reichlich vorhanden sind. Dabei möchte ich die eigenthümliche Beobachtung nicht unerwähnt lassen, dass man bei *Raja marginata* die Nervenhügel auf dem Kopfe stehend antrifft, d. h. sie wenden ihre Basalmembran der äusseren Hautbedeckung, die freien Enden der Sinnesepithelien dem Körperinneren zu. Für die angenommene Function wird die Stellung keinen Unterschied machen, aber die Innervirung geschieht auf einem kleinen Umwege. Bei den Kopfkanälen rücken sie bei der bezeichneten Art, wie sonst meistens in die seitlichen Winkel der etwas abgeplatteten Röhren.

Es dürfte nun die Frage aufgestellt werden, ob denn die Knochenfische, bei denen neben dem Seitenkanalsystem Lorenzini'sche Ampullen mit ihren Gallertröhren nicht beobachtet werden, nicht einmal eine Andeutung solcher Anlage erkennen lassen?

---

[1] Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XVII. S. 472.

Um eine Antwort geben zu können, wird es erforderlich sein, zu untersuchen, ob sich irgend eine Beziehung der beiden Organanlagen zu einander nachweisen lässt. Dabei kann sich auch ergeben, wie weit Leydig's Ausspruch, die Lorenzini'schen Ampullen stellten nur eine andere Form des Seitenkanalsystems dar, aufrecht zu erhalten ist oder nicht.

Eigenthümlicher Weise ist niemals der Versuch gemacht worden, die Anlagen hinsichtlich ihrer Anordnung in Beziehung zu einander zu bringen. Schon Lorenzini[1] hat eine Figur der Vertheilung des Seitenkanalsystems von *Torpedo* entworfen, welche Merkel als vorzüglich lobt, mir selbst ist sie leider nicht unter die Hände gekommen. In neuerer Zeit hat wiederum M'Donnell[2] das System von *Torpedo ocellata* abgebildet und zwar ebenfalls in der Hauptsache richtig, abgesehen davon, dass die quere Anastomose zwischen beiden Seiten an den sogenannten äusseren Ohren nicht zur Darstellung kam. Endlich hat auch Merkel,[3] der M'Donnel's Figur unerwähnt lässt, das Seitenkanalsystem von *T. marmorata* nochmals etwas vollständiger entworfen, ebenso bei *Raja* und anderen Fischen.

Alle die genannten Abbildungen unterlassen es, die bemerkenswerthe Vertheilung der Ampullenröhren zwischen den Ästen des Seitenkanalsystems anzudeuten. Verfolgt man diese, so ergiebt sich ohne Schwierigkeit, dass beide Systeme eine gewisse Abhängigkeit von einander erkennen lassen.

Bekanntlich ziehen von der Schnauze her jederseits zwei Äste des Seitenkanalsystems nach hinten, die zu einem rechten und linken Hauptstamm verschmelzen und nun unter Absendung zahlreicher Querkanälchen zum Schwanze verlaufen. In der Höhe des Schultergürtels zweigt sich aber jederseits ein Hauptast ab, welcher das elektrische Organ im Bogen umkreist (nicht über dasselbe hinwegzieht, wie M'Donnell zeichnet) und, wiederum nach vorn zu gewendet, auf dem dorsalen Schnauzenfeld eine Endigung findet. An diese beiden Hauptäste schliesst sich die Vertheilung der Ampullenröhren an und zwar in der Weise, dass zwischen je zwei Querkanälchen sich am äusseren Rande des Hauptastes die Ausmündung einer Ampullenröhre befindet.

In der Afterhöhe, wo zwei solcher Ausmündungen dorsaler Röhren nahe aneinander gerückt sind, fehlt höher oben zwischen dem Abgang der beiden Querkanälchen vom Hauptast die dort zu vermuthende

[1] A. a. O. S. 7.
[2] A. a. O. Taf. VI. Fig. 1.
[3] A. a. O. Taf. II Fig. 10. 11.

Öffnung. Selten tritt eine Mündung doppelt auf, wie auch zuweilen Querkanälchen mit einander verschmelzen, oder selbst Savi'sche Bläschen[1] mit einander vereinigt gefunden werden.

Auf der Mittelscheibe des Rückens, wo die Ampullenröhren nur vereinzelt gefunden werden, ist die Vertheilung nicht deutlich erkennbar; selbstverständlich muss auf der Ventralfläche, wo das Seitenkanalsystem nicht zur Entwickelung kommt, auch die Vergleichung wegfallen.

Durch die beschriebenen Verhältnisse wird eine Beziehung der beiden Kanalsysteme auf anatomischer Basis sicher gestellt. Aber gerade wegen dieser Beziehung möchte ich nun nicht annehmen, dass die Ampullenröhren nur eine andere Form der Seitenkanäle zur Anschauung bringen.

Vielmehr gewinnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dass ein Theil der ursprünglich einheitlichen Anlage sich herauslöst und selbständig macht unter höherer Ausbildung einer besonderen, dem Ganzen nicht in gleichem Maasse zukommenden Function, hier also der secretorischen. Durch die Trennung in der Function würden beide Anlagen erst ihre physiologische Berechtigung neben einander erhalten.

Danach waren die Ampullen-Röhren vermuthlich anfänglich auch ein Sinnesorgan, ein abweichend gebauter Theil der metameren Seitenkanäle und hatten einen gemeinsamen phylogenetischen Ursprung mit denselben.

Dies vorausgeschickt, kann man nunmehr mit besserer Aussicht auf Erfolg daran gehen nachzusehen, ob sich auch bei anderen Fischen Andeutungen solcher accessorischer Kanäle erhalten haben?

Stellt sich die obige Annahme als begründet heraus, so wäre sie geeignet ein überraschendes Licht auf die Bedeutung des Kanals zu werfen, welchen ich bei *Malopterurus*[2] unter dem eigentlichen Seitenkanal beschrieb und »Basalkanal« nannte.

Dieses feine Röhrchen enthält an der distalen Wölbung ein dürftiges, flaches Epithel, in der Tiefe dagegen, am proximalen Theil rundlich cubische Zellen in einfacher Lage, an welchen kleine Stiftchen beobachtet werden; d. h. also: Es enthält dieselben Elemente, welche auch den Lorenzini'schen Ampullen und ihren Röhren eigen sind. Der Basalkanal öffnet sich in der Umgebung der Nervenhügel, wo stets ein Communicationsrohr mit der Aussen-

---

[1] Ein verwachsenes Paar der von ihm entdeckten Bläschen hat schon Savi selbst am angeführten Orte (Taf. III. Fig. 13) abgebildet.

[2] Elektrische Fische. Abtheil. I. *Malopterurus*.

welt ganz in der Nähe ist, in den grossen Seitenkanal und könnte also durch dies Rohr sein Secret entsenden.

Nach diesem Befunde wäre das System bei *Malopterurus* (und vermuthlich auch bei anderen Knochenfischen) thatsächlich ein combinirtes, welches aber nicht wie bei *Torpedo* neben einander mündende, sondern zusammenfliessende Öffnungen nach Aussen enthält.

Die Aussonderung der Lorenzini'schen Ampullen erscheint demnach in ähnlichem Lichte wie die oben beschriebene Abspaltung gewisser Nervenhügel aus dem Seitenkanalsystem, nur dass sie zu erheblich grösserer Selbständigkeit der abgetrennten Anlage geführt hat.

Wenn eine solche Mannigfaltigkeit der gleichen Organanlagen in der weiteren Ausbildung auf den ersten Blick befremdlich erscheinen möchte, so darf doch nicht vergessen werden, dass das zugehörige Nervengeflecht ebenfalls ein sehr complicirtes ist und mannigfache Elemente im *Truncus lateralis trigemini* und *Tr. lat. vagi* in sich aufnimmt. Ich glaube, der bequeme Ausdruck »der Seitennerv« der Fische, bei dessen Gebrauch man eigentlich stets Verwahrung einlegen müsste, da kein Nerv existirt, der diesen Namen ausschliesslich verdiente, ist daran Schuld, dass man sich die Verhältnisse viel zu einfach denkt. Kennen wir die im Seitennervensystem vereinigten Bahnen und ihre Ursprungstätten im Gehirn erst besser, so wird die Mannigfaltigkeit in der Erscheinung zugehöriger Endorgane nicht mehr so wunderbar erscheinen. Man wird nicht mehr erwarten, dass sie alle der gleichen Function dienen, und *a priori* annehmen, weil eins oder das andere unzweifelhaft Sinnesorgan ist, könnten nicht in anderen, wie den Lorenzini'schen Ampullen, secretorische Functionen Platz greifen.

Es kann um so weniger angezeigt erscheinen, hinsichtlich der Beurtheilung von Functionen der in Rede stehenden Organe eine zu schroffe Meinung anzunehmen, als auch ohne durchgreifende Trennung der verschiedenen Elemente bei einem wahren Sinnesorgan neben der Hauptfunction secretorische Thätigkeit untergeordneten Grades zur Beobachtung kommt.

An den Lorenzini'schen Ampullen wäre die Annahme solcher Function wohl nicht in so argen Misscredit gekommen, wenn man nicht über die Bedeutung des Secretes unhaltbare Vorstellungen vorgebracht hätte. Den gewöhnlichen Schleim der äusseren Haut konnten die Ampullen-Röhren gewiss nicht liefern, da derselbe bei den Selachiern wie bei anderen Fischen, die der Ampullen entbehren, aus Schleimzellen der Epidermis stammt; es wäre auch kaum zu erklären, wie der gelieferte Schleim im Wasser von den Öffnungen der Röhren

sich über die ganze Haut verbreiten sollte. Das Wesen des Secretes oder Excretes der Ampullen-Röhren ist leider heutigen Tages noch ebenso dunkel wie zur Zeit Savi's, aber durch das Ableugnen seiner Existenz werden wir über die Bedeutung desselben für den Organismus ganz gewiss nicht tiefere Einsicht gewinnen. Es wäre wohl recht eigentlich Sache des Chemikers hierin dem Anatomen hilfreiche Hand zu leisten.

Während also in Betreff der Ampullen die vorstehenden Angaben wesentlich den Zweck haben zu Unrecht verlassene Meinungen früherer Autoren wieder aufzunehmen und die Richtigkeit derselben an der Hand der modernen Technik zu erweisen, glaube ich, dass die Untersuchungen unsere Vorstellungen von der Function der Nervenhügel in einigen Punkten gefördert haben.

Bereits oben deutete ich an, dass die besonders durch F. Eilhard Schulze[1] vertretene und begründete Ansicht, die Seitenorgane seien dazu bestimmt, durch Erschütterungen und Schwingungen des umgebenden Mediums in Thätigkeit gesetzt zu werden, durch dieselben in erfreulicher Weise gestützt wird.

So lange es sich um ganz freiliegende Organe handelt, wie sie bei den Amphibienlarven auftreten, und selbst da, wo die Hügel noch in offenen Halbröhren liegen, ist eine ganze Anzahl verschiedener Annahmen hinsichtlich der Function zulässig, z. B. Wahrnehmung der chemischen Beschaffenheit des Wassers, Tastempfindung, Beurtheilung der eigenen Bewegung des Thieres, der Strömungen des Mediums oder Erschütterungen desselben und Töne erzeugende, regelmässige Schwingungen.

Die Möglichkeiten verringern sich schon da, wo die Halbröhre sich zum Kanal schliesst und nur bestimmte Öffnungen zur Communication mit der Aussenwelt übrig bleiben. Irgend ein beliebiger Hautnerv, der sich der Epidermis dicht anfügt oder in sie eintritt, ist

[1] Es dürfte nützlich sein diese Anschauung, welche mehrfach missverständlich aufgefasst wurde, hier nochmals mit den eigenen Worten des Autors zu wiederholen: »Wir gelangen demnach zu einer Auffassung von der Function der Seitenorgane, nach welcher dieselben einen speciell für den Wasseraufenthalt eingerichteten Sinnesapparat darstellen, geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder dieses gegen die umgebende Flüssigkeit, so wie sie von groben durch das Wasser fortgeleiteten Stosswellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehör afficirenden Wellen zukommt, bewirkt wird.« Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VI 1870, S. 86.

alsdann zur Wahrnehmung von Tastempfindungen schon günstiger gestellt als die gänzlich in die Tiefe zurückgezogenen Nervenhügel (noch mehr natürlich im Vergleich zu den Lorenzini'schen Ampullen). Zum wirklichen Tasten gehört doch auch eine gewisse Gegenbewegung des Organs selbst, um den Reiz aufzunehmen, was wir eben im gewöhnlichen Leben »Tasten« nennen. Wer hat denn nun wohl schon die träg im Sande versteckt liegende, so reich ausgestattete *Torpedo* »Tasten« sehen? wie selten wird sie selbst passiv in die Lage versetzt auf eine animale Berührung zu reagiren? Auch zur Fortleitung einfacher Strömungen des Mediums werden die häufig zu engen Diaphragmen zusammengezogenen Zugänge des Seitenkanalsystems kaum genügen. Noch ungünstiger erscheint die zuletzt angeführte Deutung der Function da, wo die Öffnungen minimale werden, wie bei den häutigen Kopfkanälen der gewöhnlichen Rochen, oder gänzlich eingehen, wie bei den Savi'schen Bläschen der Zitterrochen.

Da im letzten Falle auch die Möglichkeit schwindet, dass die Sinnesepithelien etwa im Stande wären, die Beschaffenheit umgebenden Wassers chemisch zu prüfen, woran man bei den anderen zugänglicheren immerhin denken könnte, so bleibt fast nur übrig anzunehmen, dass sie auf die Wahrnehmung von Schwingungen respective Erschütterungen berechnet sind.

Da sich auch bei den gänzlich geschlossenen Savi'schen Bläschen, wie oben erwähnt, das Sinnesepithel des Hauptnervenhügels in querer Richtung auf den Verlauf des zutretenden Nerven am stärksten entwickelt, so kann hier nicht wohl ein Hinweis auf die Function, durch Strömungen des Mediums gereizt zu werden, gegeben sein. Eine derartige Anpassung an die Function suchten Malbranc[1] bei den Amphibien und Solger[2] bei den Fischen, auf treffliche Beobachtungen gestützt, wahrscheinlich zu machen. Die besondere Richtung der Ausbildung in den Organen dürfte aber wohl noch einen tieferen, entwickelungsgeschichtlichen Grund haben.

Fasst man Alles zusammen, was bisher über die Sinnesorgane des Seitenkanalsystems und der zugehörigen Kopfkanäle sowohl ihrem feineren Bau als ihrer Function nach bekannt geworden ist, so ergiebt sich unverkennbar, dass sie sich an die Gehörorgane anreihen, zu denen sie als eine niedere Entwickelungsstufe gezogen werden können.

[1] Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. XXVI S. 45.

[2] Die Seitenorgane der Knochenfische. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVIII S. 375.

Von einer ähnlichen Anschauung geleitet, haben in neuster Zeit die Gebrüder Sarasin[1] sich veranlasst gesehen, solche Organe, die sie von ceylonischen Blindwühlen näher beschrieben, direct als »Nebenohren« anzusprechen.

Über die besondere Art der Wahrnehmungen, im Vergleich zum wirklichen Hören lässt sich zunächst noch keine tiefere Einsicht gewinnen: doch erweckt der Bau und die Vertheilung die Vorstellung, dass die Organe geeignet sein müssen, selbst sehr geringfügige Erschütterungen des umgebenden Mediums wahrzunehmen, während die Gehörorgane für die Wahrnehmung der wirkliche Töne hervorbringenden, regelmässigen Schwingungen höherer Ordnung übrig blieben.

Das mit Flüssigkeit prall gefüllte Gewebe der Nachbarschaft würde selbst auf die ganz geschlossenen Savi'schen Bläschen bei ihrer starken Anspannung solche Erschütterungen und Schwingungen niedriger Ordnung leicht überleiten. So träfen sie im Innern auf die unter der zähflüssigen *Cupula* starr aufstehenden Sinneshaare, die sie reizten.

Es wäre auch leicht zu begreifen, dass gerade die trägen Torpedineen, welche im Sande versteckt auf Beute lauern, grossen Nutzen von Sinnesorganen haben müssten, die ihnen durch die geringste Erschütterung des umgebenden Mediums die Annäherung von Beute verriethen, um dieselbe im geeigneten Moment durch den elektrischen Schlag zu treffen.

Abgesehen von der elektrischen Waffe führen auch die gefrässigen gemeinen Rochen eine ähnliche Lebensweise, indem sie, durch aufgestreuten Sand und Kies maskirt, ihre Beute belauern: auch bei ihnen sind, wie wir gesehen haben, die verschiedenen Formen der Nervenhügel mit den zugehörigen Spaltpapillen in besonders hoher Ausbildung.

Es wäre wohl wünschenswerth den durch die Ausbildung von Nervenhügeln charakterisirten Sinnesorganen, welche trotz mancherlei Abänderungen doch im Grunde einen bemerkenswerth einheitlichen Charakter tragen, auch einen gemeinsamen Namen zu verleihen, aber bisher haben sich die Autoren über einen solchen nicht verständigen können und auch der neuste der Gebr. Sarasin, nämlich »Nebenohren«, scheint auf allgemeinere Annahme nicht rechnen zu können. Ich glaubte eine Zeitlang die Bezeichnung »Zitterorgane« empfehlen zu sollen, aber der Ausdruck »Zittern« ist in allen möglichen Sprachen seit so vielen Jahrhunderten auf die Erscheinungen der elektrischen Fische, wenn auch kaum zutreffend, ausgedehnt worden, dass es

[1] A. a. O. S. 51.

undenkbar ist, ihn wieder davon zu lösen; dadurch muss seine Verwendung in vorbezeichnetem Sinne wegen der leicht entstehenden Verwechselungen bedenklich werden.

Die Verwendung anderer, nicht so leicht zu Missverständnissen führenden Zeitwörtern an Stelle von »Zittern« ergiebt wenig elegante Namen, die kaum Beifall finden werden, am ehesten dürfte sich vielleicht der Ausdruck »Schütterorgane« empfehlen.

Vielleicht bietet die Fortsetzung der Untersuchungen in der Zukunft, wie dieselbe geplant ist, auch noch neue Gesichtspunkte, welche der Namengebung hilfreich zur Hand gehen.

Übersicht der Ergebnisse.

1. Die Kanalsysteme unter der Haut der Selachier stellen complicirte Organanlagen dar, deren einzelne Theile sich in mannigfacher Weise differenziren und zu selbständigen Systemen werden können.

2. Der auf der ventralen Seite des Vorderkörpers bei den gewöhnlichen Rochen verlaufende Abschnitt des ganzen Systems hat einen vom dorsalen Abschnitt in wesentlichen Punkten abweichenden Charakter angenommen und stellt die »häutigen Kopfkanäle« der Rochen im Unterschied von den faserknorpeligen dar.

3. Den Torpedineen fehlen die häutigen Kopfkanäle der Ventralseite, weil dieselben in einzelne Stücke zerfallen sind, welche sich um die zugehörigen Nervenhügel als Savi'sche Bläschen geschlossen haben.

4. Die bisher nur unrichtig beschriebenen Sinnesepithelien der Nervenhügel in den Savi'schen Bläschen zeigen wie alle verwandten Organe haartragende »birnförmige Zellen«, Stützzellen, die nach der Basis zu stäbchenförmig werden, und unregelmässig gestaltete Basalzellen; die erstgenannten sind die Träger der Nervenendigungen.

5. In den Savi'schen Bläschen lässt sich eine kräftige *Cupula*-Bildung nachweisen.

6. Die Lorenzini'schen Ampullen und Röhren zeigen in der Vertheilung ihrer Endorgane auf der Dorsalseite Beziehungen zu den Querkanälchen der Seitenlinien. Die allgemeinen Vergleichungen führen zu der Annahme, dass die Anlage einen besonders stark differenzirten, gänzlich selbständig gewordenen Abschnitt des ursprünglich anzunehmenden einheitlichen Systems darstellt, welchem gleichzeitig eine abweichende Function zugewiesen wurde.

7. Sinnesepithelien sind in den Lorenzini'schen Ampullen nicht nachzuweisen; die noch lebenskräftigen Epithelien sind einschichtig und entweder von annähernd einheitlichem Charakter, oder die Zellen einer mittleren Hervorragung in der Ampulle, der sogenannten Centralplatte, überwiegen in ihrer Ausbildung enorm gegenüber den Zellen in den rings herum stehenden seitlichen Ausbuchtungen. Im letzteren Falle setzt sich die cuticulare Deckmembran der grossen Zellen ohne sichtbare Grenze in eine Deckschicht der Ausbuchtungen fort, welche aus rudimentären, endothelioid gewordenen Zellen besteht. Das Nervenstämmchen der Ampulle legt sich an die Basen der grossen Zellen an, wo solche vorhanden. In den zugehörigen Röhren, welche auf der Hautoberfläche münden, sind die auskleidenden Epithelien ganz niedrig.

8. Die Ampullen sind bis tief in die Ausbuchtungen hinein prall erfüllt mit einem Secret, welches bei Schrumpfung fadenziehend wird; da es sich den Epithelien allseitig fest anheftet, bleiben Secretfädchen häufig an der Grenzschicht hängen.

9. Das Secret der Ampullen stammt ganz oder wenigstens grossentheils von Zellen der Epithelschicht ab, deren Inhalt zerfällt und in das Lumen des Kanals entleert wird. Solche mit dem Inhalt zusammenhängende Secretpfröpfe werden besonders häufig zwischen den Zellen der Centralplatte beobachtet.

10. Ein anderes System, welches die Verbindung mit den Seitenlinien aufgegeben hat, stellt eine bisher unbeschriebene Anordnung nervenhügelhaltiger Papillen bei den gemeinen Rochen dar, welche ich Spaltpapillen genannt habe, weil sie durch einen, ihren vorragenden Theil durchsetzenden linearen Spalt besonders charakterisirt sind.

11. In der Tiefe dieses Spaltes findet sich ein kugelig gerundeter Nervenhügel, der auf seichter, tellerförmiger Einsenkung deutliche Sinneshaare von geringer Zahl trägt. Die zugehörigen Zellen sind ebenso wie die sehr zahlreichen Stütz- oder Deckzellen auffallend lang gestreckt. Das zugehörige Nervenstämmchen zeigt nur 4—6 Fasern.

12. Die Nervenhügel der Seitenlinien sind auch bei den gemeinen Rochen gleichwohl gut entwickelt; sie werden am Rumpfabschnitte vielfach mit den basalen Enden der Epithelien nach auswärts gerichtet angetroffen.

13. So sicher die mit Nervenhügeln ausgestatteten Theile des ganzen Kanalsystems und seiner Dependenzen (abgesehen von der *Cupula*-Bildung) die Function von Sinnesorganen haben, ebenso sicher haben die Lorenzini'schen Ampullen solche Function verloren und sind zur secretorischen übergegangen.

14. Der ganze Aufbau dieser Sinnesorgane und die Vergleichung mit der Bildung wirklicher Gehöre führt dazu, anzunehmen, dass sie in Erschütterungen oder Schwingungen niedrigerer Ordnung, welche nicht zur Tonbildung führen, ihren adaequaten Reiz haben.

15. Ein Homologon der Lorenzini'schen Röhren bei den Selachiern wäre bei den Knochenfischen vielleicht in einem Anhang des Seitenkanals zu sehen, der von mir bei *Malopterurus* als Basalkanal beschrieben wurde.

Ausgegeben am 23. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.

IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Conze las über das Festhalten des Stils älterer Perioden in der griechischen Kunst.

Ausgegeben am 8. März.

1888.
X.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

23. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Beyrich legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Koken, Privatdocenten in der philosophischen Facultät der hiesigen Universität, vor: Über *Eleutherocercus*, eine neue Gattung von Glyptodonten aus Uruguay.

Die Mittheilung ist für die Abhandlungen bestimmt.

2. Hr. Auwers legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. H. C. Vogel in Potsdam vor: Über die Bestimmung der Bewegung von Sternen im Visionsradius durch spectrographische Beobachtung.

Die Mittheilung wird in diesen Berichten erscheinen.

3. Hr. Prof. Hettner hierselbst übersendet die auf Veranlassung der Akademie von ihm herausgegebenen gesammelten Werke des verstorbenen Mitgliedes W. Borchardt.

Ausgegeben am 8. März.

1888.
XI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

1. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Pringsheim las: Über die Entstehung der Kalkincrustationen an Süsswasserpflanzen.

Die Mittheilung wird in einem späteren Bericht erscheinen.

2. Zu nachstehenden Geldbewilligungen ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt: von 1500 Mark Hrn. Dr. Goldstein hierselbst zur Fortsetzung seiner Versuche über elektrische Lichterscheinungen in verdünnten Gasen; von 3000 Mark Hrn. Dr. Stuhlmann in Würzburg zu einer zoologischen Forschungsreise nach Sansibar; von beziehlich 180 und 350 Mark der G. Reimer'schen Verlagsbuchhandlung hierselbst als Beihülfe zur Herausgabe des 6. Heftes des V. Bandes der Etruskischen Spiegel von Gerhard, und zu der der Vita des Euthymios von Hrn. Dr. de Boor in Bonn; von 500 Mark Hrn. Dr. Reitzenstein in Breslau zu einer Reise nach England und Frankreich zur Vergleichung von Glossarhandschriften des Cyrillus; von 900 Mark Hrn. Director und Professor Dr. Gerhardt in Eisleben zur Herausgabe des 3. Bandes der philosophischen Schriften Leibnizens; von 2000 Mark dem Privatdocenten Hrn. Dr. Fabricius hierselbst zur Begleitung des Hrn. Kiepert auf einer topographischen und archaeologischen Forschungsreise nach dem westlichen Kleinasien.

Inschriften von der Akropolis zu Athen.

Von A. Kirchhoff.

(Vorgelegt am 9. Februar [s. oben S. 197].)

(Fortsetzung.)

Den Schluss der Mittheilungen Hrn. Dr. Lolling's bilden die folgenden Copien von Inschriften, welche in der letzten Zeit bei den Aufräumungsarbeiten und Grabungen östlich vom Erechtheion und Parthenon, sowie an der östlichen Burgmauer gefunden worden sind.

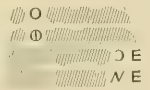
VII.

Östlich vom Erechtheion gefunden.

1. Fragment einer halbcannelirten Säule aus w. M.



2. Rings gebrochenes Fragment aus w. M.

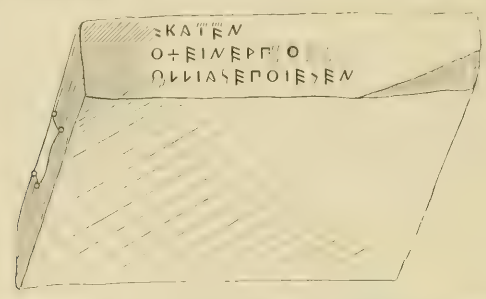


3. Fragment einer etwa 0ᵐ.12 dicken weissen Marmorplatte. Links Rand erhalten.

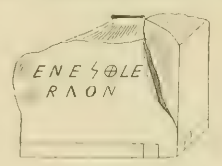
\ I /
/ʅ⊢ ⊢ III
ΛΑΣΟΣ ΧΙΜΑΙΡ/
///ΡΟΤΕΡΙΟΝΝΙΚL
///ΑΙΟΝΤΟΥΤΟΝΓ/
///ΕΦΑLΑΙΟΝΤΤΤΤ
frei

4. Wahrscheinlich beim Erechtheion gefunden. Platte aus w. M. Lang 0ᵐ.24, dick 0ᵐ.055, breit 0ᵐ.165. Eine der kürzeren Schmal-

seiten ist zur Aufnahme einer kleinen länglichen, etwa 0ᵐ.08 zu 0ᵐ.035 messenden Bronzeplatte, welche die Votivstatuette trug, eingerichtet. Die Platte war vermittels 4 Stifte (von einem derselben ist noch ein kleiner Rest vorhanden) befestigt, von denen je einer an einer der 4 Ecken lag. Es kann nicht als ganz sicher bezeichnet werden, dass die Platte nicht etwa grössere Dicke hatte, alsdann könnte die Inschrift als letzter Theil einer grösseren angesehen werden. In der zweiten Zeile ist der Theil des zweiten Buchstabens, der über der Horizontalhasta liegt, ungelenk, aber doch ist kaum daran zu zweifeln, dass + gemeint ist und nicht T.



5. Wahrscheinlich beim Erechtheion gefunden. Fragment eines Deckblocks aus w. M. von nachstehender Form. Höhe 0ᵐ.23.



6. Fragment aus w. M., rechts ein kleines Stück Rand erhalten. Ziemlich nachlässige Schrift, die Mittelhasten öfters nicht mehr erkennbar, besonders schlecht das O. In der Mitte von Zeile 5 schlechte Stelle im Stein.

ΝΛΠΑΓΓΕ/
ΙΝΕΟΥΟΝΤΟΙΣΧΛ
ΑΝΤΟΔ⊏ΚΑΙΚΙΒΥΚ ΛΣΤ/
‾ΙΤΥΧ⊏ΙΔ⊏ΔΟΧΟΑΙΤ⊏ΙΒΟ
Γ⊏ΓΟΝ⊏Ν ΕΝΤΟΙΣΙΕ
ΙΑΙΤΗΣΤΕΒΟΥΛΗΣΚΑ
ΙΚΑΙΤΩΝΣΥΜΜΑΚΟ
ΙΝΤΗΣΟ⊏ΟΥΤΟΥΣ⊏Π
ΤΩΝΣΤΡΑΤ ΛΛ
‾ΚΛΣΤΟΝΛ
Σ⊏Ν⊏Κ
ΥΛΗΝ

7. Fragment eines dicken weissen Marmorblockes, rings gebrochen. $0^m_.012$ hohe sorgfältig geschriebene Buchstaben.

ΛΙΤ
ΞΙΚΑ
ΛΕΛΗ
ΝΑΥ
ΕΚΑΚ
ΙΝΚ
ΤΕ

8. Fragment einer dicken weissen Marmorplatte, rings gebrochen.

ΓΕ
ΟΣΤ
ΣΤΑ
ΜΑΣ
ΟΛΛ
ΕΤΑ
ΥΟ
frei

9. Fragment einer Platte aus w. M., etwa $0^m_.42$ lang und $0^m_.20$ breit. In einem Olivenkranze:

ΣΩΣΑΝΔΡΟΝ
ΦΙΛΙΣΤΟΥ
ΣΥΠΑΛΗΤ
ΤΙΟΝ

10. Fragment einer etwa $0^m_.10$ dicken weissen Marmorplatte, rings gebrochen.

ΝL

ΙΤΤΟΣΕΛ
:ΤΟΥΤΟΥΑ Ο
ΙΣΕΓΕΝΕΤΟ:ΗΗΗΗΔ
ΠΟΝΚΑΘΑΡΟΥ:ΧΧΓ
ΕΚΤΗΣΤΕΦΡΑΣΕΞ
ΟΗ:ΠΔΠΙ ΚΕΦΑ
ΟΑΦΟΥΠΑΡΑ ΙΤΤΟ
ΗΔΔΔΔΠΗΗ frei
ΤΗΣΗΡΑΚΛΕΙ
ΕΝ: ΧΧΠΗ:
ΛΥΣΙΣΕΓΕΝΕ
ΔΔΔΗΗΗ:ΛΟΙΠ
:ΧΧΡΗΗΔΗΗΗ
ΕΦΡΑΣΕΞΕ
ΗΗ: ΚΕΦ
ΑΡΗΡΑΙ

ΑΤΩΝ

11. Stück einer Quader aus w. M., welche zu einem Becken ausgehöhlt worden ist. Höhe 0ᵐ19. Jetzige Länge 0ᵐ57, jetzige Breite 0ᵐ33.

Auf der einen Langseite (d. Frontseite):

```
                         Ν ι                                  ιιΙΘΗΚΑ
                       ΥΟΑ        Σ  Ε                 ΛΥΣΑΝΕΘΕΣΑΝ
///ΝΥΣ                                ΒΟΥΝ///ΣΚΑΙΤΟΥΔΗΜΟΥΧΙ
ΙΣΤΕΦΑ    ΙΑ        Σ    ΛΚΑΚΑΙΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗΣΤΗΣΕΙΣΤ
ΟΥΛΗΝΚΑΙΤΟΝΔΗΜΟΝ          frei

 ΑΓΑΘΑΡΧΟΥ ΑΣΤΥΚΡΑΤΟΥΣΕΚΚΕΡΑΜΕΩΝΙΕΡΕΩΣΠΡΩΤΟΝ
```

2. Inschr.

Auf der rechten Schmalseite:

```
      Ε
     ΣΕ  Α
      Ε  ΚΑ
      ΩΣΑ                      ΤΙ
                          Ι    ΕΝΕΒ
                       ΥΑΣΥ    ΑΝΑ
                    Α  ΝΑΘΗ///ΑΤΟΥΚΑΙΡ
    ΗΝΑΙ ΗΙ  ΥΑΗΙΤΑΔΟΞΑΝΤΑΠ     ΒΟΥ
   ΑΙ  frei
```

12. Fragment eines etwa 0ᵐ24 dicken weissen Marmorblocks; oben Rand erhalten. Breite des Erhaltenen 0ᵐ44.

```
ΥΠΟΚΡΙΤΩΝΤΙ
  ΗΡΑΚΛΕΙ//
  ΝΙΚΟΜΑΧΟ
  Μ   Ν Ι  Ο
  ΣΑΩΝΔΑΣ
  ΑΝΔΙ////
   ΑΙ  Ε  Τ ΡΑΤΟΣ
      Τ  ΡΑ                  ΟΙΙ     ΑΘΗΙ
      ΓΗΙ                            ΑΡΙ
```

13. Fragment eines grossen weissen Marmorblocks, links frei und Rand erhalten.

```
ΑΦΡΟΔΕΙΣΙΟΣ
ΕΙΣΙΔΩΡΟΣΟ
ΗΡΑΚΛΕΩΝΦΙΛΟ
ΕΥΠΟΡΟΣΓ
ΣΠ
```

14. Theil einer Quader aus hymett. M., nur oben Rand erhalten. Höhe und Breite jetzt 0m.22, Tiefe 0m.32.

ΙΣΤ
ΜΕΛΙ
ΑΡΧ
frei
Ϝ

15. Fragment eines grossen weissen Marmorblocks, links Rand erhalten. Grosse Buchstaben.



16. Kleines Fragment aus hymett. M., unten Rand erhalten.

ΤΙΝΙΗ
ΙΣΘΕ

17. Ein 0m.44 langes Fragment aus w. M. mit oben vorspringendem Rande; auch links Rand erhalten; zweimal benutzter Stein.

ΙΠΠ
ΙΓ ΛΑΛ

18. Fragment aus w. M., rings gebrochen.

frei
ΒΕΡΙΑΝ

19. Dünne weisse Marmorplatte, lang 0m.26, breit 0m.17. Links Rand erhalten.

ΟΡΟΣ
ΟΙΚΙΑΣΙ
ΕΠΡΑΜ
ΝΗΣ

ΟΣ

20. Fragment aus w. M., nur unten Rand erhalten, 0^{m}.29 lang.

ΖLΟ
ΚΟΜΑ>
ΣΠΑΛ
frei ΚΗΡΥΚΙC
ΝΟC
ΛΙΤΩΝ
ΝΕΚΟCΔΗ
frei ΙΕΡΑΥΛΗC
ΝΔΙΟΝΥCΙC
frei

21. Rings gebrochener 0^{m}.55 langer Porosblock.

ΔΟΣ
ΚΟΣΜΟ
Σ
ΑΣ frei
ΗΜΟΣ

22. Oberer Theil einer nach unten hin breiter werdenden uncannelirten Säule (Dm. oben 0^{m}.12, unten 0^{m}.17, Länge 0^{m}.40). Die Inschrift war nur zweizeilig.

ΟCΙ ... ΟΒ
ΕΠΟΙΟΥΖ

23. Fragment eines hym. Grabcippus mit Wulst.

ΑΣΚΛΗΠΙΑ
ΕΦΕΣΙΑ

ΕΥΠΟΡΕΙΣ
ΣΕΡΑΠΙΣ
ΜΓ ... Α ... ΙΟ

24. Fragment einer Grabstele aus w. M., mit Giebel, in welchem ein Schild; auf dem Architravleisten:

ΛΕΙΛΗΣΙΟΣΕΠ ... ΚΤΗ

25. Fragment einer Platte aus w. M., rechts Rand erhalten. Länge 0^{m}.44, Breite 0^{m}.19.

ΙΙ
ΘΥΓΑΤΗΡ
Rosette
ΣΣΓΥΝΗ

26. Fragment eines hymett. Grabcippus.

ΣΙΔΗC
ΝΟC
ΜΕΕΙ d. i. Διο]μεεί[ς

27. Fragment einer Säule aus w. M.; oben scheint Rand erhalten. Länge 0ᵐ19.

ΟΥ frei
ϽΕ

28. Kleines Fragment einer Platte aus hym. M., rechts Rand erhalten. Länge 0ᵐ16, Breite 0ᵐ12.

ΕΝΗ
ΛΕΡΣΛΗ
frei

29. Etwa 0ᵐ20 langes Fragment aus w. M.



30. Fragment einer Grabstele aus w. M., die mit Akroterien geschmückt war.



VIII.

Östlich vom Parthenon gefunden.

1. In einem (antiken) Einbau des länglichen Gebäudes an der Südostecke der Akropolis, dessen Bestimmung und Benennung noch unsicher ist, war eine Quader (Breite 0ᵐ93, Höhe 0ᵐ43) aus grauem porösen Kalkstein (sog. Peiräeusstein) vermauert, auf dessen oberer Fläche noch ein Fuss erhalten ist. Fr. Winter wird (Mitth. d. Ath. Instituts Bd. XIII) nachweisen, dass die Basis einst den berühmten 'Kalbträger' trug.

Am oberen Rande der Frontseite der Quader steht

ϽͶΑΠΟΒΣΜ ƎꟼƎΘƎΜΑΣΣΟΒΜϹ

Die Inschrift ist bis auf die geringfügigen Verletzungen vollständig.

2. Kleines Fragment einer mit einem Giebel geschmückten Stele aus w. M., $0^m.13$ lang.

ΟΝΤΟΣ
ΙΔΗΜΩΙ
ΔΡΟΚΛΙ
ΣΕΠΕΣΤ
ΝΟΣΦΙΔ
ΩΝΕΙΠΕ
ΣΑΝΤΙΟΛ

3. Etwa $0^m.23$ langes Fragment einer $0^m.12$ dicken Platte aus w. M., links Rand erhalten.

ΕΠΙΔΙΟΤΙ
ΙΔΟΣΤΡΙΤΗΣΠΡ
ΛΗΙΚΑΙΤΩΙΔΗΜ
ΕΝΠΡΟΚΛΕΙΔΗ
ΕΓΡΑΜΜΑΤΕΥΕ
ΗΜΩΙΕΠΕΙΔΗ
ΡΕΣΕΙΣΙΝΑΓ
ΙΑΙΩΙΩΝΚΑΙ
ΩΝΑΘΗΝΑΙ
ΡΟ

4. Rings gebrochenes Fragment einer $0^m.10$ dicken weissen Marmorplatte. Grösste Breite $0^m.45$, grösste Länge $0^m.30$.

ΟΥ
ΗΔΕΚΡΙΤΟ
ΛΙΣΟΔΟΧΕΙ
ΛΦΕ ΣΤΑΔΕΑΛΛΑΚΑΤΑ
ΤΟΣΑΥΤΩΙΤΟΕΡΓΟΝΟΠΟΙ
ΟΣΠΛΗΝΤΩΝΕΠΙΣΤΥΛΙΩΝΠΡΟ
ΙΤΕΚΤΩΝΚΕΛΕΥ Ι ΑΠΕΛΕΚΙΣΤΑ
ΛΑΤΟ ΣΤΗΣΠΑΝΤΑΧΕΙΒΑΘΟΣΔ
ΞΕ
ΑΝ ΛΙ ΩΜΕΝΟΣΤΟ
ΚΑΙΤΟ ΜΜΕΓΕΘΟΣΠΑΓ
ΙΙ ΙΓΩΙ ΑΓΚΕΛΕΥΩΣΙΝΕΙ
ΟΛΩΙΤΟ ΤΟΥΕΓ ΙΟΝΟΑΝ ΔΕΜΙ ΘΩ
Ι ΞΑΤΩΤΟΙΣΝΕΩΠΟΙΟΙΣΚΑΙΤΩΙΑΡ
Ω C Ι ΡΙΩΙ ΜΙ ΤΟ ΣΤΡΙΤΟ
ΠΑΡΕ ΕΙΔΕΤΩΙ ΙΘΟΜΠΡΩΤΟΥ
ΛΑΤΤΟΝΚΑΤΑΤΟΜΕΡΟΣΕΚΑΣΤΟΝ
ΕΛΑΤΤΟΝΗΤΡΙΗΜΙΠΟΔΙΑ ΙΜ
Ο ΩΣ Ν ΙΛΙΘΟΙΑΠΟΓΡΑΨ
ΘΩΝΤΩΝΔΕΔΟΚ
Α ΤΑΙΚΟΜΙΞΟΝΤΙΤ
ΤΟΜΠΛΟΥΝΕΚΑΣΤΩ
ΞΩΙΚΑΙΥΓΙΕ
ΣΤΩΝΑΙ
ΩΝΕ Ι
ΚΑ

5. Fragment einer mit Giebel geschmückten Stele aus w. M. An den beiden in stumpfem Winkel zusammenlaufenden Linien, welche das Giebelfeld nach oben hin begrenzen, sind deutliche rothe Farbspuren erhalten. Länge 0ᵐ.28, Breite 0ᵐ.19, Dicke 0ᵐ.07.



6. Fragment eines 0ᵐ.21 hohen Blocks aus w. M., rechts und links gebrochen.

Ↄ Ρ Η Γ
Ο Σ Ε
Δ

7. Fragment eines hymett. Grabcippus.



IX.

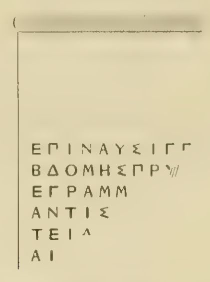
Neben der Nordost- und Ostmauer der Akropolis gefunden.

1. Fragment der Bekrönung eines Votivuntersatzes, w. Marmor, oben Rand erhalten, Länge 0ᵐ.17, Breite 0ᵐ.13.



2. Fragment einer 0ᵐ10 dicken Platte aus weissem Marmor, lang 0ᵐ40, breit 0ᵐ20.

Links Rand erhalten, ebenso oben ein Theil des Abschlusses. Die Fläche über der Inschrift, die ursprünglich wohl bemalt war, ist jetzt leer.



3. Rings gebrochenes Fragment aus weissem Marmor, hoch 0ᵐ20, breit 0ᵐ15.

ΕΓΙ ΟΝΟ
ΡΓΕΤΗΝ
ΟΛΗΣΕΝ
ΑΝΑΘΕΝ
ΛΙΑΣΔΟ

4. Fragment einer 0ᵐ013 dicken weissen Marmorplatte, lang 0ᵐ28, breit 0ᵐ25. Links Rand erhalten.

frei
ΙΤΗΣΑΙΑΝΤΙΔ
ΝΕΙΛΣΟΓΔΟΗΙ
ΗΣΠΡΥΤΑΝΕΙΑΣ
ΠΡΟΕΔΡΩΝΕΠΕΨΗ
ΣΛΑΜΠΤΡΕΥΣΣΥΝ
ΛΙΔΗΣΦΗΓΑΙΕΥ
ΝΑΙΕΥΣΚΑΛΥΚ
ΔΙΚΟΣΣΦΗΤΤ
ΝΕΥΣΛΥΣΙΚΛΕ
ΟΔΩΡΟΣΠΙ ΙΡΑ
ΠΕΚΗΟΕ
ΙΟΕΟΣ
ΙΠΕ

5. Oberer Theil einer weissen Marmorstele; dick 0ᵐ08, breit 0ᵐ25, hoch 0ᵐ15. Die Buchstaben fast verloschen.

ΑΙΑΝΤΙΔΟΣΟ
Ν

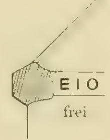
6. Fragment einer Platte aus w. M. Länge 0ᵐ37, Breite 0ᵐ25, Dicke 0ᵐ06. Über und unter der Inschrift freier Raum, rechts und links Rand erhalten.

ΟΝΟΠΡΟΞΕΝΟ
ΑΜΙΟΚΑΙΕΥΕΡ
ΓΕΤΟ

7. Zwei zusammenhängende Fragmente aus w. M., rings gebrochen. Zusammen 0ᵐ16 lang.

ΟΣ
ΝΟΣ
ΘΗ
Π ΕΙ
Κ ΙΝΟ
ΑΥΤΩ
ΤΕϹ
ΑϹ
ΙΟΤ
Ν

8. Fragment einer Platte aus w. M., mit Giebel. Dicke 0ᵐ07, Länge 0ᵐ17, Breite 0ᵐ15.



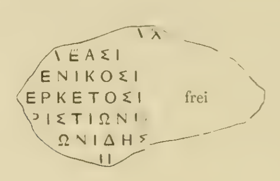
9. Fragment einer 0ᵐ07 dicken weissen Marmorplatte, lang 0ᵐ56, breit 0ᵐ42; Buchstaben 0ᵐ016 gross. Rings gebrochen, nur rechts ein Stückchen vom Rande erhalten.

ΑΗ
ΞΙΤΗΡΙΑΤΗΙ
ΘΗΝΑΠΟΛΙ
ΛΕΙΤΑΣΣΤΡΑΤ
ΝΔΕΑΡΧΟΝΤΑΤΗ
ΦΩΙΙΝΑΣΥΝΘΡΟΝ
ΟΥΘΑΡΓΗΛΙΩΝΟΣ
ΝΟΥΕΝΗΗΜΕΡΑΤΟΝ
ΑΝΗΚΑΝΑΙΑΘΗΝΑΙ
ΡΙΤΩΝΣΤΡΑΤΟΠΕΔΩΝ
ΑΤΑΡΩΜΑΙΟΥΣΕΤΟΥΣΚ
ΝΤΩΝΘΥΣΙΩΝΤΗΝΙΕΡΕΙ
ΟΣΚΑΙΤΑΓΕΡΑΦΕΡΕΣΘ
ΓΑΛΜΑΧΡΥΣΟΥΝΕΝ
ΟΝΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗ
ΞΡΕΙΣΠΑΝΤΑΣ
ΞΡΕΙΑΣΚΑΙ
ΑΕΙΣ

10. Fragment einer Basis aus w. M., links Rand erhalten. Breit $0^{m}.33$, tief $0^{m}.27$, hoch $0^{m}.11$.

ΑΙΑΣΑΒΕΙΙΣ
Ο ΙΣΤΑΠΑΝΤΑ-
ΟΝΤΟΥΠΙΣΤΕΥΘΕ
ΩΝΣΕΒΑΣΤΩΝΙΓ
ΙΠΑΡΑΣΤΗΣΑΝ
ΤΡ

11. $0^{m}.23$ langes rings gebrochenes Fragment aus w. M.



12. Rings gebrochenes Fragment aus w. M., lang $0^{m}.31$, breit $0^{m}.20$. Kleine Buchstaben.

–Α
ΡΑΕΙΣ
ΣΤΟΛΑ
ΛΑΩ
ΕΛ Σ
ΑΜΕΡΤ
ΙΝΕΤΣ
ΘΟΚΛΕ
ΙΩ frei
Ω
ΡΕΤΩ
ΓΟΝΟΣ
ΙΠΠΩ frei
ΣΙΠΠΩ
ΔΑΜΩ
frei

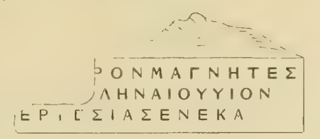
13. Fragment einer $0^{m}.12$ dicken weissen Marmorplatte. Länge $0^{m}.34$. Breite $0^{m}.13$. Rechts Rand erhalten. Ziemlich flüchtige Schrift.

frei

ΟΙΑΡΤΕΜΙΣΙΑΣΤΑΙ
ΜΟΥΣΑΙΟΝ
ΚΥΡΗΝΑΙΟΝ

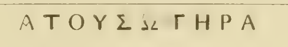
frei

14. Stück einer Quader aus hymett. Marmor. Höhe $0^{m}.20$, Tiefe $0^{m}.34$, Breite $0^{m}.45$. Auf der oberen Fläche ist die linke Fussspur der Statue erhalten.



15. (Nicht ausgegraben, sondern beim Aufräumen gefunden.) Basis aus pentel. Marmor, Höhe $0^{m}.91$, Breite $0^{m}.96$, Dicke $0^{m}.31$. An die Rückseite stiess ein anderer Block an; ebenso lag auf dem vorhandenen (und dem jetzt fehlenden) ein anderer Block, wie die auf der oberen Fläche vorhandenen Löcher mit Gusskanälen beweisen; die Seitenflächen sind glatt bearbeitet. Der Block hat, abgesehen von den Maassen und der Verschiedenheit des Materials, die grösste Ähnlichkeit mit der Agrippabasis C. I. A. III 576.

Unter dem Rand in $0^{m}.05$ grossen Buchstaben



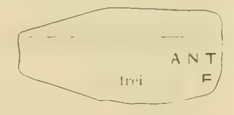
16. Rings gebrochenes Fragment aus w. M. Länge $0^{m}.32$, Breite $0^{m}.22$.



17. Fragment einer mit einem Giebel geschmückten Platte. Länge $0^{m}.27$, Breite $0^{m}.08$, Dicke des Schaftes $0^{m}.06$.



18. Rings gebrochenes Fragment einer $0^{m}.10$ dicken Platte aus w. M. Breite $0^{m}.24$, Höhe $0^{m}.17$.



19. Rings gebrochenes Fragment einer weissen Marmorsäule. Höhe 0ᵐ16, Breite 0ᵐ21. Grosse Buchstaben.

ΙΚΑΙ
ΡΙΩ

20. Fragment eines weissen Marmorblocks, oben Rand erhalten. Breit 0ᵐ32, tief 0ᵐ28, hoch 0ᵐ16. Grosse Buchstaben.

ΕΥΚ
ΤΩ

21. Kleines rings gebrochenes Fragment aus weissem Marmor.

ΙΣΡΣ
Τ

22. Rings gebrochenes Fragment einer 0ᵐ14 dicken weissen Marmorplatte. Länge 0ᵐ35, Breite 0ᵐ25. Buchstabengrösse 0ᵐ025.

Ο
ΟΥΥ
ΤΙΣ
ΤΗ
frei

23. Rings gebrochenes Fragment aus hymett. Marmor, 0ᵐ30 breit.

ΔΟΤ
ΤΙΟΥ

24. Desgleichen, 0ᵐ57 breit.

ΚΛΕΟΛ
ΑΡΓΗ
frei

25. Fragment eines hymett. Grabcippus.

ΣΩΚΡ
ΛΕΞ

26. Desgleichen.

frei
ΣΗΝ
ΣΡΕ

27. Fragment eines hym. Grabcippus, oben Rand erhalten.

ΔΙΟΔΩ
ΔΗΜΙΙ
ΣΛ

28. Hym. Grabcippus.

ΝΙΚΙΔ///////////
ΣΑΛΑΜι..λ
ΔΙΟΣΚΟΥΡΙΔΟΥ
ΒΟΥΤΑΔΟΥ
Γ Υ ΝΗ

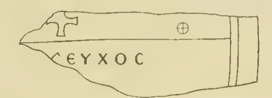
29. Fragment eines hym. Grabcippus.

//Λ Ο̈ ΕΝ
frei

30. Fragment eines hym. Grabcippus.

ΔΗΜΗΤΡΙΑ
ΜΗΤΡΟΔΩΡΟΥ
ΓΥΝΗ

31. 0m.36 breites Fragment einer weissen Marmorplatte.



32. Nicht ausgegraben, sondern beim Aufräumen gefunden. Ein 0m.85 langer weisser Marmorblock mit der Inschrift:

ΟΡΟϹ

Ausgegeben am 8. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Rammelsberg las Beiträge zur Kenntniss der ammoniakalischen Quecksilberverbindungen.

2. Derselbe legte eine Mittheilung des Privatdocenten Dr. C. Friedheim hierselbst, Assistenten am Zweiten chemischen Institut der Universität, vor: Über die chemische Zusammensetzung der Meteoriten von Alfianello und Concepcion.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

Beiträge zur Kenntniss der ammoniakalischen Quecksilberverbindungen.

Von C. Rammelsberg.

Mit der Untersuchung dieser zahlreichen und interessanten Verbindungen haben sich die Chemiker vielfach beschäftigt. Seit Proust und Fourcroy sind insbesondere C. G. und E. Mitscherlich, Kane, Millon, Hirzel, Schmieder, Krug, Weyl zu nennen. Ist doch der weisse Praecipitat ein sehr altes officinelles Praeparat.

Trotz alledem blieb noch mancher Punkt in diesem Gebiet aufzuklären, und soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag dazu liefern, indem sie namentlich die Bildung und die Natur des weissen Praecipitats und die Salze in's Auge fasst, welche aus der Ammoniakbasis und Säuren direct entstehen, während solche Salze bisher aus Quecksilberoxyd und Ammonsalzen oder aus Ammoniak und Quecksilbersalzen dargestellt wurden.

Amorphes Quecksilberoxyd.

Im Verlauf der vorliegenden Arbeit wurde wiederholt eine bestimmte Menge Quecksilberoxyd einem Strom von Ammoniakgas ausgesetzt und die dabei entstehende Gewichtszunahme ermittelt. Das Oxyd war durch Zusatz einer Lösung von Quecksilberchlorid zu überschüssiger Kalilauge gefällt, durch Dekantiren und Auswaschen gereinigt und an der Luft getrocknet worden.

Dieses gelbe Quecksilberoxyd unterscheidet sich nach allgemeiner Ansicht von dem rothen auf trockenem Wege dargestellten nur dadurch, dass es amorph, letzteres krystallisirt ist, und dieser Unterschied erklärt genügend, weshalb das gelbe Oxyd von anderen Körpern (Quecksilberchlorid, Oxalsäure) leichter angegriffen wird als das rothe.

Da aber die aus Metallsalzen durch Alkalien gefällten Körper in der Mehrzahl der Fälle Hydroxyde und nicht Basisanhydride sind, so fragt es sich, ob, wie allgemein behauptet wird, Quecksilber und

Silber unter diesen Umständen als HgO und Ag^2O, und nicht als HgH^2O^2 und AgHO abgeschieden werden.

Für meinen Zweck war es unbedingt nöthig, diese Frage für das gelbe Quecksilberoxyd zu entscheiden.

Allerdings liegen zahlreiche Angaben vor, denen zufolge das gelbe Oxyd ein Anhydrid ist.

Mitscherlich sagt[1]: Es enthält kein Wasser.

Wallace bestätigte diese Thatsache[2].

Millon fand es immer wasserfrei[3].

Siewert[4] prüfte das über Schwefelsäure getrocknete Oxyd, und fand es wasserfrei, mochte es kalt oder heiss gefällt sein.

Marchand[5] fand, dass das Oxyd, kalt oder heiss gefällt und lufttrocken, bei 110° nur 0.5—1.2 Procent Wasser abgiebt, und dass selbst bei T. von nahe 300° der Verlust noch nicht 1 Procent beträgt.

Diesen Angaben nun stehen zwei andere gegenüber, wonach das gelbe Oxyd ein Hydrat wäre.

Schaffner[6] fand, dass das bei 100° getrocknete bei 200° 20.55 Procent Wasser verlor. Details der Versuche sind nicht mitgetheilt.

Endlich macht ganz kürzlich Carnelley bekannt[7], das gelbe Oxyd sei HgH^2O^2 (was 7.69 Procent Wasser voraussetzt); es sei bei 100° beständig, und verwandle sich bei 175° in Anhydrid, wobei aber schon seine Zersetzung beginne, welche indessen erst bei 415—440° vollständig werde.

Auch abgesehen von den sicherlich irrthümlichen Angaben Schaffner's war es hiernach doch nöthig, die Natur des zu den eigenen Versuchen dienenden Oxyds zweifellos festzustellen.

3.873 des lufttrockenen Praeparats verloren über Schwefelsäure 0.011 und bei 115° 0.013, welcher Verlust bei 125° nicht im Geringsten zunahm. Er beträgt also 0.33 Procent.

Das so getrocknete Oxyd gab, in Chlorwasserstoffsäure gelöst und durch Schwefelwasserstoff gefällt, 4.141 HgS = 3.570 Hg, so dass es Quecksilber 92.49 Procent enthält, während HgO = 92.60 Hg und 7.40 O ist.

Das gelbe Oxyd, welches zu den im Folgenden beschriebenen Versuchen diente, ist also ein Anhydrid.

---

[1] Lehrbuch 2, 386.
[2] Jahresb. 1858, 202.
[3] J. f. pr. Chem. 37, 274.
[4] Ann. Chem. Pharm. 125, 226.
[5] J. f. pr. Chem. 37, 277.
[6] Ann. Chem. Pharm. 51, 181.
[7] J. Chem. Soc. Abstract. Nr. 42 (1887).

Quecksilberoxyd und Ammoniak.

Beide wirken sowohl im trockenen Zustande als auch bei Gegenwart von Wasser auf einander und bilden eigenthümliche Verbindungen, welche von verschiedenen Chemikern untersucht sind, jedoch mit zum Theil sehr abweichenden Resultaten, so dass neue Versuche in keinem Fall überflüssig erschienen.

A. Verhalten des Quecksilberoxyds zu Ammoniakgas.

Leitet man das getrocknete Gas bei gewöhnlicher Temperatur über gelbes amorphes Quecksilberoxyd, so absorbirt dieses das Gas und nimmt eine blassgelbe Farbe an.

Weyl fand,[1] dass hierbei 2 Mol. HgO ein Mol. NH^3 aufnehmen, und die Verbindung $2\,HgO + NH^3$ bilden.

Meine eigenen Versuche haben dasselbe Resultat ergeben. Im Mittel nahmen 100 Th. des Oxyds 3.8 Ammoniak auf, an Stelle von 3.93, welche die Rechnung fordert. Auch die Analyse des Produkts bestätigt die Zusammensetzung:

$$2\,HgO + NH^3.$$

	Berechnet	Gefunden 1.	2.	3.
Quecksilber...	89.08	88.43	88.58	88.55
Sauerstoff....	7.13	—	—	—
Ammoniak...	3.79	3.74	4.03	4.29
	100.			

Weyl giebt an, die Verbindung verliere an der Luft Ammoniak, und dasselbe sei bei der Behandlung mit Wasser der Fall, wobei sie eine weisse Farbe annehme.

Diesen Angaben stehen meine Erfahrungen entgegen. Die trockene Verbindung riecht nicht nach Ammoniak, wohl aber wird sie oberflächlich weiss, indem sich ein Carbonat bildet. Auch in Wasser wird kein Ammoniak frei, und nach längerem Kochen bewahrt die Substanz ihre gelbe Farbe.

Selbst durch starke Basen wird sie nur wenig angegriffen. In einem Versuche, bei welchem sie mit Natronlauge anhaltend gekocht war, wurden doch nur 0.23 Procent Ammoniak ausgetrieben, d. h. 6 Procent des ganzen Ammoniakgehalts.

Nach Weyl verliert die Verbindung auch im Exsiccator über Schwefelsäure einen Theil Ammoniak, während sie eine braune Farbe annimmt.

[1] Poggend. Ann. 121, 601. 131, 524.

Ich habe gefunden, dass die Verbindung beim Aufbewahren über gebranntem Kalk ebenfalls braun wird; ferner dass die so getrocknete Substanz weder über Schwefelsäure noch über Phosphorsäureanhydrid eine Gewichtsabnahme zeigt, und dass sie überhaupt beim Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur kein Ammoniak verliert.

Zwei Versuche ergaben einen Verlust von 4.28 und 3.93 Procent, im Mittel 4.1 Procent. Ist dies Wasser, so beträgt sein Sauerstoff die Hälfte und sein Wasserstoff zwei Drittel des in der Verbindung befindlichen, d. h. die letztere = $2\,HgO + NH^3$ ist als $NHg^2 . OH + H^2O$ zu denken und nach dem Trocknen als $NHg^2 . OH$.

	Berechnet			
	$NHg^2 . OH + H^2O$		$NHg^2 . OH$	
Quecksilber	89.09		92.81	
Sauerstoff	3.56		3.71	
Wasserstoff	0.22		0.23	
Stickstoff	3.12	$= NH^3$ 3.79	3.25	$= NH^3$ 3.94
Wasser	4.01		100.	
	100.			

In dem braunen Trockenrückstand ergaben directe Versuche 91.92 und 91.98 Quecksilber und 3.82 Ammoniak, welche Zahlen zugleich beweisen, dass durch das Trocknen das Verhältniss $2\,Hg : N$ nicht geändert ist.

Bei Anwendung von Wärme tritt aber schon bei 100° deutlich ein Freiwerden von Ammoniak ein. Eine bei 120° getrocknete Probe gab auf $2\,HgO$ nur 0.8 NH^3.

Die Natur des Körpers ergiebt sich aus dem Vorhergehenden. Er wird am besten als ein Hydrat von Mercurammonhydroxyd betrachtet, welches durch Trocknen das Mol. Hydratwasser verliert. Wahrscheinlich geht das Hydroxyd in höherer Temperatur in das Oxyd $(NHg^2)^2O$ über, welches sich vielleicht in $N^2Hg^3 + HgO$ umsetzt, und von denen ersteres (Trimercuramin) ein von Plantamour entdeckter explosiver Körper ist.

Weyl hat die Formel verdoppelt, und die Verbindung als ein wasserhaltiges Tetramercurammonoxyd gedacht,

$$N^2Hg^4O + 3\,H^2O,$$

wiewohl auch hier nur von dem Oxyd des Mercurammons $(NHg^2)^2O$ die Rede sein kann. Die Formel setzt 6 Procent Wasser voraus. Da nun die Trockenmittel nur 4 Procent fortnehmen, so wäre die getrocknete Substanz

$$N^2Hg^4O + H^2O = (NHg^2)^2O + H^2O,$$

was aber auch $= NHg^2 . OH$ ist.

B. Verhalten des Quecksilberoxyds zu Ammoniakflüssigkeit.

Der blassgelbe Körper, in welchen sich das Oxyd verwandelt, wurde zuerst von Proust beobachtet, später von Kane[1] näher untersucht. Seine Analysen, welche 83,38—83,83 Quecksilber und 3.85—4.39 Ammoniak ergaben, d. h. 1 At. Stickstoff gegen 1.6 — 1.8 At. Quecksilber, sind nicht correct, und seine Annahme, der Körper sei $3HgO + 2NH^3$, verlangt 95 HgO und 5 Procent NH^3.

Im Jahre 1846 machte Millon[2] seine Versuche bekannt, und seitdem ist das Product als Millon's Basis bezeichnet worden. Er analysirte die über Kalk getrocknete Substanz und zeigte, dass sie gegen 1 At. Stickstoff 2 At. Quecksilber enthält. Seine Versuche führen zu

$$2HgO + NH^3 + H^2O.$$

	Berechnet	Gefunden
Quecksilber	85.65	85.73
Sauerstoff	6.86	—
Ammoniak	3.64	3.86
Wasser	3.85	—
	100.	

Zuletzt, im Jahre 1879, hat Gerresheim[3] Mittheilungen gemacht, welche sich auf den Wassergehalt beziehen. Das mit Alkohol und Äther gewaschene lufttrockene Praeparat ist nach ihm

$$2HgO + NH^3 + \frac{1}{2}H^2O.$$

	Berechnet	Gefunden
Quecksilber	87.34	87.67
Sauerstoff	6.98	—
Ammoniak	3.71	3.69
Wasser	1.97	—
	100.	

Aus meinen eigenen Versuchen, bei denen frischgefälltes Quecksilberoxyd mit concentrirter Ammoniakflüssigkeit in einem verschlossenen Gefäss unter häufigem Umschütteln zusammengebracht, und die Verbindung zwischen Papier gepresst war, so lange dieses noch feucht wurde, führen zu einem Resultat, welches bezüglich des Wassergehalts zwischen den von Millon und Gerresheim erhaltenen liegt. Es ist indessen zu bemerken, dass die Substanz hygroskopisch ist, und der Trockenzustand nicht für alle Proben als gleich betrachtet werden darf.

---

[1] Ann. Chem. u. Pharm. 18, 303.
[2] Ann. Chim. Phys. (3) 18, 392.
[3] Lieb. Ann. 195, 373.

Die Analysen gaben

	Quecksilber	Ammoniak
1.	86.66	3.66
2.	86.73	--
3.	87.06	3.78
4.	86.20	3.77
5.	86.92	3.42
6.	86.96	—
Mittel	86.75	3.66

Dieses Mittel entspricht genau

$$2\,HgO + NH^3 + {}^2/_3\,H^2O = 6\,HgO + 3\,NH^3 + 2\,H^2O.$$

Ich habe vielfache Versuche angestellt über den Wasserverlust, den Millon's Basis beim Trocknen, theils über gebranntem Kalk, theils über Ätzkali, Schwefelsäure oder Phosphorsäureanhydrid erleidet; sie verliert hierbei kein Ammoniak, nimmt aber eine hellbräunliche Farbe an. Ist das Gewicht über einem der genannten Trocknungsmittel, z. B. über gebranntem Kalk constant geworden, so bleibt es über jedem der anderen unverändert. Aber die Verlustgrösse ist schwankend, weil der ursprüngliche Trockenzustand nicht stets derselbe war. Sie betrug

2.49 — 2.47 — 2.47 Procent.

Bei nicht so sorgfältig vorbereiteten Proben war sie grösser, 3.19 — 3.64 — 3.76 Procent.

Nun erfordert die oben aufgestellte Formel

Quecksilber	86.77
Sauerstoff	6.94
Ammoniak	3.69
Wasser	2.60
	100.

Während die Verbindung auf trockenem Wege

$$2\,HgO + NH^3 = NHg^2\,.\,OH + H^2O$$

ist, und beim Trocknen den ganzen Wassergehalt (4 Procent) abgiebt, sich in $NHg^2\,.\,OH$ verwandelt, ist Millon's Basis, dem Angeführten zufolge

$$3\,(2\,HgO + NH^3) + 2\,H^2O = 3\,(NHg^2\,.\,OH) + 5\,H^2O$$

und verliert beim Trocknen nur 2 Mol. Wasser, d. h. $^2/_5$ der ganzen (6.5 Procent betragenden) Wassermenge.

Die getrocknete Basis ist hiernach

$$2\,HgO + NH^3 = NHg^2 . OH + H^2O,$$

MILLON's Basis ist also, getrocknet, gleich oder isomer der auf trockenem Wege entstehenden Verbindung. Den Rest des Wassers verliert sie aber beim Trocknen nicht.

Dass die getrocknete Basis dieselbe Zusammensetzung hat, wie die in Ammoniakgas entstehende, folgt auch aus meinen Analysen

	Gefunden	Berechnet
Quecksilber	88.61—89.9	89.08
Ammoniak	3.48— 3.50	3.79.

Im Vacuo verliert die Basis nichts am Gewicht.

Beim Erwärmen im Luftbade auf 75—80° steigt der Verlust auf 4.5 Procent, allein hierbei entweicht schon ein wenig Ammoniak. Nach dem Trocknen bei 100° war soviel desselben fortgegangen, dass auf 1 At. Stickstoff schon 3.8 At. Quecksilber kamen.

Es gelingt nicht aus dem Hydrat der Basis die letztere, $NHg^2 . OH$, zu erhalten. Es scheint, dass sie in höherer Temperatur sich in NH^3 und $Hg^6N^2O^3$ N^2Hg^3 und $3\,HgO$ zersetzt, wodurch sich die explosiven Eigenschaften der Substanz erklären.

Die Angaben über das Verhalten von MILLON's Basis gegen Wasser und wässerige Alkalien widersprechen sich. Nach MILLON liefert sie beim Kochen mit Kalilauge Ammoniak. Dies ist jedoch nicht der Fall, wie auch schon GERRESHEIM bemerkt hat. Bei anhaltendem Sieden mit Wasser erhielt ich nur 0.05 Procent Ammoniak und mit Natronlauge nur 0.17 Procent, wobei ihr Ansehen unverändert blieb.

Vergleicht man die Eigenschaften der auf trockenem und auf nassem Wege dargestellten Basis, so findet man, dass sich beide gegen Wasser und Alkalien gleich verhalten, dass sie beim Erwärmen Wasser und Ammoniak verlieren, bei gewöhnlicher Temperatur aber in trockener Luft nur Wasser abgeben. Die Versuche haben gelehrt, dass MILLON's Basis, welche naturgemäss ein wasserreicheres Hydrat ist, hierbei so viel Wasser zurückhält, als die auf trockenem Wege entstandene Verbindung überhaupt enthält und unter denselben Umständen abgiebt. Fügen wir hier schon hinzu, dass beide Körper mit Säuren dieselben Salze bilden.

Sie wurden als die Hydrate des Hydroxyds von Mercurammon NHg^2, betrachtet, nur durch die Menge des Hydratwassers verschieden. Der Umstand jedoch, dass MILLION's Basis $3(NHg^2 . OH) + 5\,H^2O$ nach dem Trocknen

$$3(NHg^2 . OH) + 3\,H^2O = NHg^2 . OH + H^2O$$

ist, könnte auf eine Isomerie oder Polymerie beider deuten, und in

der That wird MILLON's Basis von Einigen als eine Oxymercurammonverbindung angesehen, deren Constitution sich durch die Formel

$$\begin{matrix} H - O - Hg \\ H - Hg \end{matrix} > N - O - H$$

darstellen lässt, während auf trockenem Wege

$$\begin{matrix} Hg \\ | \\ Hg \end{matrix} > N - O - H$$

entsteht.

Es steht nur fest, dass die erstere in der Wärme Wasser verliert, freilich unter gleichzeitigem Verlust von Ammoniak.

GERRESHEIM hat beobachtet, dass MILLON's Basis, die mit Säuren direct Salze bildet, selbst anderen Salzen, Chloriden, Sulfaten oder Nitraten, die Säure entzieht, so dass die Basis derselben (HKO, H^2BaO^2) frei wird, von der Säure aber nichts in der Flüssigkeit bleibt, wenn die Basis im Überschuss angewandt wurde.

Chlorid.

Das wasserfreie Mercurammonchlorid $NHg^2 . Cl$ entsteht nach WEYL aus der auf trockenem Wege dargestellten Basis und einer kalten Lösung von Chlorwasserstoffgas in Alkohol oder durch Einwirkung tropfbar flüssigen Ammoniaks auf das Oxychlorid $HgCl^2 + 3HgO$. Es ist gelb, und soll durch Kalilauge unter Entwickelung von Ammoniak zersetzt werden.

Nach H. ROSE absorbirt Quecksilberchlorid 1 Mol. Ammoniak. Der weisse Körper wird durch Kochen mit Wasser oder Kalilauge gelblich. Nach KANE zieht Wasser Alembrothsalz aus und lässt unschmelzbaren Praecipitat zurück. Allerdings kann eine Verbindung $HgCl^2 + NH^3$ als eine solche jener beiden gedacht werden

$$4(HgCl^2 + NH^3) = \left\{ \begin{matrix} NHg^2 . Cl + NH^4 . Cl \\ 2(HgCl^2 + NH^4 . Cl) \end{matrix} \right\}.$$

Wenn sie aber, wie angegeben wird, unzersetzt flüchtig ist, so können beide nur Producte der Wirkung des Wassers sein.

Das wasserhaltige Chlorid erhält man durch Behandlung der auf trockenem oder nassem Wege dargestellten Basis mit einer angemessenen Menge von verdünnter Chlorwasserstoffsäure. Das Ungelöste ist das Chlorid.

Aber längst bekannt ist seine Bildung durch Kochen von schmelzbarem oder unschmelzbarem Praecipitat mit Wasser oder besser mit Kalilauge.

Das blassgelbe Chlorid hat man früher basischen Praecipitat genannt. Es wurde schon von KANE untersucht.

Meine Analysen betreffen die Verbindung

1. aus der auf trockenem Wege dargestellten Basis,
2. aus MILLON's Basis,
3. aus weissem Praecipitat

$$Hg^2OClNH^2 = NHg^2 . Cl + H^2O.$$

	1.	2a.	2b.	3.	Berechnet
Cl	7.56	7.33	7.40	7.40	7.59
Hg	87.26	87.40	86.10	86.83	85.56
NH^3	3.92	—	3.67	3.36	3.64

Das Wasser beträgt 3.85 Procent, wird aber erst bei etwa 200° frei. Der Verlust betrug 3.44 Procent und die Substanz erschien intensiver hellgelb.

Kocht man MILLON's Basis mit einer Lösung von Chlornatrium, so verwandelt sie sich in das Chlorid, während Natriumhydroxyd frei wird. Die Substanz enthielt, einem Versuche zufolge, 88.6 Quecksilber und gab 3.42 Ammoniak.

GERRESHEIM hat, wie schon bemerkt, darauf aufmerksam gemacht, dass MILLON's Basis mit den Lösungen von Chlorkalium, Chlornatrium oder Chlorbaryum sich so umsetzt, dass die Basen dieser Salze frei werden.

In Betreff der Jodverbindungen ist bekannt[1], dass $HgJ^2 + NH^3$, auf trockenem oder nassem Wege entstehend, ein weisser Körper ist, und dass sich auf gleiche Art $HgJ^2 + 2NH^3$ bildet. Beide verlieren schon an der Luft Ammoniak und werden durch Wasser zersetzt. Sie werden am besten als

$$Hg \begin{matrix} NH^3 . J \\ NH^3 . J \end{matrix} \quad \text{und} \quad Hg \begin{matrix} NH^3J \\ NH^3J \end{matrix} + HgJ^2$$

betrachtet.

Durch Kochen von HgJ^2 mit Ammoniakflüssigkeit entsteht aber, wie ich damals zeigte, dunkelbraunes Mercurammonjodid $NHg^2.J + H^2O$, entsprechend dem Chlorid. Auch dieses Jodid giebt mit alkalischen Laugen kein Ammoniak.

[1] RAMMELSBERG in POGG. Ann. 48, 170.

Doppelsalze von Mercurammonchlorid und Ammonchlorid. Weisser Praecipitat.

Eines der ältesten Arzneimittel ist der Mercurius praecipitatus albus. Im Jahre 1856 zeigte KANE[1], dass der durch Zusatz von Quecksilberchlorid zu überschüssigem Ammoniak entstehende Niederschlag $HgClNH^2$ sei, und ULLGREN[2] bestätigte diese Angabe.

In einer Anmerkung zu des Letzteren Aufsatz theilte LIEBIG mit, dass WÖHLER bei Untersuchung des officinellen Praeparats einen schmelzbaren Körper gefunden habe, während KANE's Verbindung unschmelzbar ist. Seit dieser Zeit unterscheidet man beide Praecipitate.

Aber nur der schmelzbare Praecipitat ist, wenn auch nicht immer rein, das ursprüngliche officinelle Praeparat gewesen, dem man später den unschmelzbaren substituirt hat. Er wurde durch Fällen einer Lösung von Ammon-Quecksilberchlorid durch kohlensaures Natron bereitet.

In einer ausführlichen Arbeit hat KRUG[3] nachgewiesen, dass die Niederschläge, welche in Ammon-Quecksilberchlorid durch kohlensaure Alkalien entstehen, je nach Umständen sehr verschieden zusammengesetzt sind, 67—81.5 Procent Quecksilber enthalten, und demnach meist als Gemenge des schmelzbaren Praecipitats (mit 65 Procent) und des unschmelzbaren (mit 79.5 Procent Quecksilber) erscheinen.

Über den unschmelzbaren Praecipitat ist nichts Neues zu sagen[4]. Von KANE als eine Amidverbindung betrachtet, erscheint er jetzt als ein Doppelsalz

$$NHg^2.Cl + NH^4Cl$$

und findet diese Ansicht, wie weiterhin gezeigt werden soll, in seinem Verhalten zu Kalilauge eine wesentliche Stütze.

Der schmelzbare Praecipitat entsteht leicht auf verschiedene Art:

1. Durch Kochen des unschmelzbaren mit Salmiaklösung.

2. Aus dem Filtrat fällt Ammoniak noch einen Theil der Verbindung.

3. Durch Erhitzen von frisch gefälltem Quecksilberoxyd mit Salmiaklösung.

4. Durch längeres Kochen bei Salmiaküberschuss löst sich das Oxyd auf; Ammoniak fällt dann schmelzbaren Praecipitat.

---

[1] Ann. Chem. Pharm. 18, 135. 288.

[2] Ebend. 26, 203 (1838).

[3] Arch. Pharm. (2) 42.

[4] Nach E. MITSCHERLICH hinterlässt er bei vorsichtigem Erhitzen einen rothen Körper, welcher vielleicht $\left\{ \begin{matrix} 2NHg^2.Cl \\ HgCl^2 \end{matrix} \right\}$ ist.

5. MILLON's Basis löst sich beim Kochen in Salmiaklösung. Ammoniak fällt daraus die Verbindung.

Die Analyse der nach diesen Methoden erhaltenen Fällungen hat mir ergeben:

	1.	2.	3.	4.	5.	Berechnet
Chlor	22.53	21.83	22.74	21.51	23.92	23.28
Quecksilber .	67.70	67.44	66.23	66.24	66.90	65.57
Ammoniak . .	10.78	10.16	10.81	10.80	9.87	11.15

Der schmelzbare Praecipitat ist also $HgCl^2 + 2NH^3$, wie schon KANE gefunden hat.

Die Constitution beider Praecipitate lässt sich natürlich durch verschiedene Formeln ausdrücken. Der unschmelzbare wurde von KANE als $HgCl^2 + HgN^2H^4$ betrachtet. Andere schreiben

$$Hg\,.\,NH^2\,.\,Cl \text{ oder } N\begin{cases}H^2\\Hg\end{cases}.\,Cl \text{ oder } Hg\begin{cases}Cl\\NH^2\end{cases}$$

Der schmelzbare hat die Formel

$$Hg\begin{cases}NH^3\,.\,Cl\\NH^3\,.\,Cl\end{cases}$$

erhalten.

Allein alle diese Formeln erklären nicht das Verhalten der Praecipitate bei Behandlung mit alkalischen Laugen.

KANE hatte gefunden, dass der unschmelzbare Praecipitat hierbei die Hälfte des Stickstoffs als Ammoniak verliert. Wie sich der schmelzbare in gleichem Fall verhält, darüber habe ich keine Notiz finden können. Durch einen besonderen Versuch habe ich beim Kochen desselben mit Kalilauge 8.55 Procent Ammoniak erhalten. Dies sind Dreiviertel (ber. 8.36) des Stickstoffs der Verbindung.

Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass beide Praecipitate Verbindungen sind von Ammonchlorid und Mercurammonchlorid, der unschmelzbare

$$NHg^2\,.\,Cl + NH^4\,.\,Cl,$$

der schmelzbare

$$NHg^2\,.\,Cl + 3NH^4\,.\,Cl.$$

wodurch sich die Bildung des letzteren aus ersterem zugleich erklärt.

Gleichwie aber beide Doppelsalze durch Wasser oder Alkalien in Chlorammon und Mercurammonchlorid zerfallen, lassen sie sich auch aus letzterem wieder erhalten. Kocht man das Chlorid mit Salmiaklösung, so löst es sich auf. Ammoniak bildet dann einen

weissen Niederschlag, dessen Analyse 21.35 Chlor, 67.03 Quecksilber und 10.04 Ammoniak gab, das also im Wesentlichen aus schmelzbarem Praecipitat bestand, dem etwas unschmelzbarer beigemengt sein dürfte.

Sulfat.

Durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure verwandelt sich die Basis in ein unlösliches Salz, welches nach dem Auswaschen und Trocknen schwach gelb erscheint und am Licht grau wird.

Im Wasserbade getrocknet, gab es (Nr. 1 aus der auf trockenem Wege erhaltenen Basis)

	1.	2.	3.	4.
Schwefelsäure (SO^3)	8.55	7.83	—	—
Quecksilber	83.71	84.01	83.70	84.52
Ammoniak	3.83	3.78	3.85	3.78

Hieraus folgt

$$Hg^4O^6SN^2H^4 = (NHg^2)^2 . SO^4 + 2H^2O.$$

		Berechnet
S =	32 = SO^3	8.32
4Hg	800	83.35
2N	28 = NH^3	3.55
4H	4	—
6O	96	—
	960.	

Millon hat, nicht direct mittels der Base, sondern aus schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Ammoniakflüssigkeit mehrere Sulfate erhalten, deren Bildungsursachen er nicht erforschen konnte. Eine derselben, krystallinische Krusten bildend, gab SO^3 8.55—8.76, Hg 83.38—83.45, NH^3 3.96, und ist wohl mit dem beschriebenen Mercurammonsulfat identisch.

Als frisch gefälltes HgO in eine erhitzte Lösung von Ammonsulfat eingetragen wurde, verwandelte es sich in ein weisses, nach dem Trocknen im Wasserbade schwach gelbliches Salz, welches, falls es nicht ein Gemenge ist,

$$(NHg^2)^2SO^4 + \left\{\begin{matrix} NHg^2 \\ NH^4 \end{matrix}\right\} SO^4 + HgO^2H^2$$

sein könnte.

	Gefunden	Berechnet
SO^3	9.96	9.31
Hg	81.48	81.43
NH^3	4.22	3.96

Mit Kalilauge entwickelt es Ammoniak.

Es ist wohl dem von Millon als $Hg^7O^5 . 2SO^3 . 4NH^2$ bezeichneten Salze identisch.

Phosphat.

Beim Kochen von Millon's Basis mit wässeriger Phosphorsäure verwandelt sich jene in ein gelbliches Phosphat, welches am Licht grau wird. Die Analyse zeigt, dass es ein basisches Salz ist, welches, im Wasserbad getrocknet, noch 10 Mol. Wasser enthält. Der Analyse entspricht die Formel

$$\left.\begin{matrix}(NHg^2)^3PO^4\\ 2NHg^2.OH\end{matrix}\right\} + 10H^2O.$$

	Berechnet	Gefunden
Hg	84.07	84.42
N	2.95 = 3.51 NH^3	3.44 NH^3
P	1.30	1.28
H	0.09	—
O	4.04	—
H^2O	7.55	—
	100.	

Ein von Hirzel durch Kochen von Quecksilberoxyd mit einer Lösung von Diammonphosphat erhaltenes Salz ist vielleicht

$$\left\{\begin{matrix}H^2NHg^2.PO^4\\ HgO\end{matrix}\right\}$$

Carbonat.

Durch Kochen von Millon's Basis mit einer Lösung von Natroncarbonat wird jene in das weisse, nach dem Trocknen gelbliche Carbonat verwandelt, welches, im Wasserbade getrocknet, sich als das normale Salz

$$(NHg^2)^2CO^3 + 2H^2O$$

ergab.

	Berechnet	Gefunden
Hg	86.47	85.18
N	3.03 = 3.67 NH^3	3.62 NH^3
C	1.30 = 4.76 CO^2	4.92 CO^2
O	5.20	—
H^2O	4.00	—
	100.	

Es ist dasselbe Salz, welches Hirzel durch Behandeln von HgO mit einer Lösung von Ammoncarbonat erhielt.

Nitrat.

Durch Erhitzen mit verdünnter Salpetersäure wird Millon's Basis in ein unlösliches gelbes Nitrat verwandelt (A).

Gleicher Art ist das Product, welches aus amorphem Quecksilberoxyd durch Erhitzen mit einer Lösung von salpetersaurem Ammon entsteht (B). Beide entwickeln beim Kochen mit Kalilauge kein Ammoniak. Die Bestimmung der Salpetersäure erfolgte so, dass das im Wasserbade getrocknete Salz in Wasser vertheilt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt wurde. Das Filtrat wurde nach Zusatz von etwas Kupfersulfat mit Barytwasser gekocht, die Flüssigkeit mit Kohlensäure behandelt, und durch Schwefelsäure gefällt.

Beide Salze sind das normale Mercurammonnitrat, $NHg^2 . NO^3$.

	Gefunden		Berechnet
	A	B	
Hg	83.04	82.38	84.04
NH^3	3.50	3.68	3.58
N^2O^5	11.58	—	11.35

Die Quecksilberbestimmung in B ist nicht ganz correct.

Die Producte, welche durch Behandeln einer Lösung von salpetersaurem Ammon mit Quecksilberoxyd entstehen, hat schon früher Hirzel[1] beschrieben. Er erhielt bei Darstellung nach B ein basisches Salz, indem er das Product wiederholt mit Ammonnitrat behandelte.

[1] Ann. Chem. Pharm. 84, 260.

Über die chemische Zusammensetzung der Meteoriten von Alfianello und Concepcion.

Von Dr. C. Friedheim,

Privatdocenten an der Universität und Assistenten am II. Chemischen Institut in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Rammelsberg.)

1. Meteorit von Alfianello.

Ein am 16. Februar 1883 zu Alfianello, Provinz Brescia, gefallener Meteorit, welcher zur Classe der Chondrite gehört, ist wiederholt Gegenstand der chemischen Untersuchung geworden. Cavazzi[1], Maissen[2], Flight[3] und v. Foullon[4] suchten seine Zusammensetzung zu erforschen, erhielten aber, wie aus der weiter unten gegebenen Zusammenstellung ersichtlich ist, sich zum grössten Theile widersprechende Resultate. Aus diesem Grunde schien es wünschenswerth, den Stein von Neuem einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen.

Methode der Analyse.

1. Trennung des Metalls von den übrigen Bestandtheilen.

Soweit die genannten Forscher Angaben über die von ihnen befolgten analytischen Methoden geben, — und diese sollten eigentlich bei keiner complicirteren Mineralanalyse fehlen — ist aus denselben ersichtlich, dass gerade für den wichtigsten Theil der Analyse, für die Trennung des Metalls von den begleitenden Substanzen, die neueren von Rammelsberg[5] über diesen Gegenstand veröffentlichten Arbeiten vollständig ausser Acht gelassen wordèn sind.

Rammelsberg zeigte, dass das von Wöhler zur besagten Scheidung vorgeschlagene Kupferchlorid, selbst bei möglichst neutraler Reaction,

[1] Gazetta chimica italiana, 13, 492.
[2] Ebenda 13, 369.
[3] Proceedings of the Royal Society of London, 35, 258.
[4] Sitzungsber. der mathem. naturw. Cl. der Acad. der Wissenschaften zu Wien (1) 88, 433.
[5] Diese Berichte, 27. Juni 1870. 2. Hlbbd. S. 440.

Schwefeleisen und Silicate beträchtlich angreift, und betont die Unannehmlichkeiten, die durch die nachher erforderliche Ausfällung der grossen Mengen des Kupfers mittels Schwefelwasserstoff hervorgerufen werden.[1] Hinzuzufügen wäre diesen Übelständen noch, dass der Nachweis geringer Mengen im Meteoreisen sich findenden Kupfers dadurch unmöglich, der des Zinns sehr erschwert wird.

Um die genannten Übelstände zu vermeiden, wird von ihm die Verwendung des Quecksilberchlorids empfohlen; dieses reagirt fast neutral und greift die übrigen Substanzen in bedeutend geringerem Maasse an.[2] Die schwach saure Reaction des Quecksilberchlorids wird nun durch einige Chloride z. B. Chlorkalium, Chlorammonium u. s. w. aufgehoben und es empfiehlt sich in Folge dessen anstatt des reinen Quecksilberchlorids eine kalt bereitete Lösung dieses Salzes in Chlorammonium (im Verhältniss $HgCl_2 : 2(NH_4)Cl$) anzuwenden. Eine Einwirkung der verdünnten Lösung (etwa 12g des Doppelsalzes im Liter) auf Silicate und Schwefeleisen ist kaum nachweisbar. Aus der durch die Einwirkung des Quecksilberchlorids auf das Metall gebildeten Eisenchlorürlösung scheiden sich jedoch in Folge von Oxydation leicht basische Eisenoxydsalze ab und verursachen natürlich so eine Unrichtigkeit in der Bestimmung des Verhältnisses vom Eisen zum Nickel; um diesem Fehler vorzubeugen, empfiehlt es sich, die ganze Operation bei Luftausschluss, also in einem indifferenten Gasstrom oder noch besser im Vacuum, vorzunehmen.

Zu diesem Zwecke wird das zu extrahirende Pulver in einen starkwandigen weithalsigen Rundkolben von etwa 250ccm Inhalt gebracht, etwa 150ccm des Lösungsmittels hinzugefügt, und mittels eines eingeschliffenen Hahnstopfens verschlossen. Nach dem Evacuiren lässt man, durch Schütteln unterstützt, das Lösungsmittel 2—3 Stunden einwirken und filtrirt nach vorsichtigem Öffnen möglichst schnell bei Luftabschluss. Man wäscht mit luftfreiem, mit etwas Quecksilbersalz versetztem[3] Wasser aus und spritzt das Pulver in den Kolben zurück, worauf die Behandlung 3 bis 4 mal, zuletzt besonders durch starkes Schütteln unterstützt, da sonst das Eisen von dem ausgeschiedenen Quecksilber eingeschlossen und in Folge dessen schwer angegriffen wird, wiederholt wird.

Jedes von den erhaltenen Filtraten wird für sich mit Salzsäure angesäuert, in der Siedhitze durch Schwefelwasserstoff gefällt und

[1] Die Fällung des Schwefelkupfers und dessen Filtration macht jetzt keine Schwierigkeiten. Man fällt in stark salzsaurer Lösung in der Hitze und wäscht durch mit HCl angesäuertem Wasser aus, ohne ein Durchlaufen befürchten zu brauchen.

[2] Boussingault u. s. w. (Comptes rendus t. 66 p. 573) wendete dasselbe bereits früher zur Lösung des Eisens bei der Bestimmung des Kohlenstoffs im Roheisen an. Das Verfahren dürfte jedoch jetzt kaum noch angewendet werden.

[3] Es wird hierdurch ein Durchlaufen der feinen Silicatpartikelchen vermieden.

das Filtrat vom Schwefelquecksilber eingedampft; erst, falls in demselben Eisen nicht mehr nachweisbar ist, wird die Behandlung des Untersuchungsmaterials mit dem Lösungsmittel unterbrochen.

Die vereinigten Lösungen und der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff werden, wie folgt, untersucht:

Die Niederschläge werden nach dem Trocknen und Veraschen der Filtra vorsichtig im Porcellantiegel geglüht; der verbleibende Rückstand enthält die geringen Mengen der aus saurer Lösung durch Schwefelwasserstoff fällbarer im Meteoreisen vorhandenen Metalle, aber auch stets nicht unbedeutende Mengen von Eisen, eine Thatsache, welche man stets bei der Analyse von Legirungen, die wenig Eisen und viel eines durch Schwefelwasserstoff hiervon zu trennenden Metalls enthalten, zu berücksichtigen ist. Man löst aus diesem Grunde den Glührückstand in Königswasser, raucht die Salpetersäure mittels Salzsäure fort und fällt in der Wärme mit Schwefelwasserstoff. Das eisenhaltige Filtrat des geringen so erhaltenen Niederschlages wird mit der Hauptlösung vereinigt, der Niederschlag selbst — zur quantitativen Untersuchung war seine Menge zu gering — geprüft: er enthielt Kupfer und Zinn, Bestandtheile vieler Eisenmeteoriten, von denen Zinn für den vorliegenden Meteoriten noch nicht nachgewiesen war.

Die vereinigten Filtrate vom Schwefelquecksilber enthalten die Metalle; neben Eisen in diesem Falle Nickel, Kobalt und Mangan. RAMMELSBERG bedient sich zur Trennung derselben (l. c.) des von H. ROSE empfohlenen kohlensauren Baryts, da die Anwendung der Scheidungsmethode mittels essigsauren Natrons stets den Nachtheil mit sich führe, dass etwas Nickel selbst nach wiederholter Füllung beim Eisen bleibe. Dies ist ja vollständig richtig, ja es wäre dem noch hinzuzufügen, dass nicht nur Nickel beim Eisen bleibt, sondern dass auch etwas Eisen in der Lösung zu finden ist, jedoch lassen sich beide Übelstände leicht vermeiden: der erstere dadurch, dass man die Fällung öfters wiederholt; bei Eisen, welches etwa 10 Procent Nickel enthält ist hierzu, wie Versuche ergaben, eine 6—7malige Trennung erforderlich; der letztere dadurch, dass man die vereinigten essigsauren Filtrate mit Ammoniak nach dem starken Einengen recht sorgfältig neutralisirt und darauf mit essigsaurem Ammon in der Siedhitze fällt; hierdurch werden die gelösten kleinen Mengen Eisen abgeschieden. Zur Sicherheit löst man den so erhaltenen Niederschlag in Salzsäure und fällt mittels Ammoniak; erhält man im Filtrate Nickel, so wiederholt man dies einige Male.

Demgemäss würde die Scheidung des Eisens von den übrigen Metallen nach dem Eindampfen der Lösung und Oxydiren durch

Salpetersäure, die mittels Salzsäure abgedampft wurde, durch Neutralisiren mit kohlensaurem Natron und Fällen mit essigsaurem Natron unter Beobachtung der angegebenen Kautelen bewirkt und die Menge des Eisens in bekannter Weise ermittelt.

In den vereinigten Filtraten vom Eisenniederschlage ist Nickel (Kobalt) von Mangan zu trennen: von allen hierfür vorgeschlagenen Methoden empfiehlt sich am meisten, sowohl was Sicherheit, als auch Bequemlichkeit und Sauberkeit anbetrifft, eine von Finkener zuerst angewendete: Die Lösung wird mit Ammoniak möglichst genau neutralisirt, 25^{ccm} verdünnter Essigsäure (von etwa 30 Procent) hinzugesetzt und in eine Druckflasche gebracht; nach dem Sättigen durch Schwefelwasserstoff wird geschlossen und im Wasserbade 3—4 Stunden erhitzt; hierdurch werden die Sulfide von Nickel und Kobalt in sehr gut filtrirbarer Form erhalten, im Filtrat das Mangan.

Letzteres wird nach Finkener[1] in der Siedhitze durch Schwefelammon gefällt und als MnS gewogen, die Sulfide von Kobalt und Nickel werden nach dem Trocknen des Filters mit diesem im Porcellantiegel geröstet, in Königswasser gelöst und mit Schwefelsäure sorgfältig bis zur Vertreibung aller Salzsäure eingedampft, die Lösung in eine Platinschale gebracht, mit Ammoniak übersättigt, $3—4^{g}$ schwefelsaures Ammon hinzugesetzt, und die Metalle elektrolytisch abgeschieden.

Nach der Ermittelung des Totalgewichtes von Ni + Co wird Kobalt in bekannter Weise durch salpetrigsaures Kali abgeschieden, der gelbe Niederschlag in Salzsäure gelöst, mit Schwefelsäure abgedampft und wieder elektrolysirt.

Stehen keine elektrolytischen Fällungsvorrichtungen zur Verfügung, so fällt man am besten aus der Lösung von Nickel- und Kobaltsalz nicht, wie früher vielfach verfahren wurde und jetzt noch oft geschieht, die Hydroxyde mittels Kalihydrats aus, sondern man versetzt — nach einer Methode von Finkener — die alkalisch gemachte Lösung auf dem siedenden Wasserbade mit Brom- oder Chlorwasser; die hierdurch erhaltenen höheren Oxyde lassen sich vorzüglich filtriren und falls sie bei verschlossenem Trichter längere Zeit mit siedendem Wasser in Berührung bleiben, fast vollständig alkalifrei waschen, Vorzüge, die den Hydroxyden nicht zukommen. Die getrockneten Superoxyde werden im Wasserstoffstrom bei hoher Temperatur reducirt, wobei ein Platintiegel anzuwenden ist, und der Alkaligehalt der Metalle durch Behandeln derselben mit heissem Wasser entfernt. Die übrige Behandlung gleicht der der elektrolytisch gefällten Metalle.

---

[1] Rose-Finkener, VI. Aufl. Bd. II. S. 925. Zusatz.

2. Untersuchung des durch Quecksilberammoniumchlorid nicht angreifbaren Theiles.

Der durch das Extractionsmittel nicht angegriffene Theil besteht aus Schwefeleisen, Phosphor(nickel)eisen, Chromeisenerz und einem Gemenge mehrerer Silicate. Die Bestimmung des Schwefelgehaltes erfolgt am besten in einer besonderen Probe des Untersuchungsmateriales, denn wollte man sie mit der Analyse der Silicate vereinigen, so wäre die Trennung derselben unmöglich.[1]

Für diese hat ja Rammelsberg nachgewiesen, wie vorzüglich bei den von ihm untersuchten Meteoriten, sich die oft angefeindete Trennungsmethode mittels Salzsäure bewährt; dieselbe darf nur nicht zu concentrirt und zu lange angewendet werden; auch soll die ganze Operation auf dem Wasserbade durchgeführt werden.

In dem vorliegenden Falle wurde das Silicatgemenge mit einer Säure, die durch Verdünnen von 1 Thl. HCl vom Sp. Gew. 1.12 mit 1 Thl. H_2O erhalten wurde, behandelt und, nach dem Abfiltriren der Lösung, dies noch zweimal wiederholt.

Die bei dem unzersetztem Silicate befindliche Kieselsäure wird durch Kochen mit einem Gemenge von kohlensaurem Natron und Natronhydrat von demselben getrennt, aus der alkalischen Lösung, wie bekannt, abgeschieden und weiter behandelt; auch die Analyse der Lösung, welche Kieselsäure, Eisen, Thonerde, Kalk und Magnesia bietet hier nichts Erwähnenswerthes, nur möchte an dieser Stelle hervorgehoben werden, wie vorzüglich sich Eisenoxyd und Thonerde von einander trennen lassen, sobald man den von Finkener vorgeschlagenen Kunstgriff befolgt, die möglichst neutralisirte und concentrirte Lösung beider Oxyde in siedende, concentrirte in einer Platinschale befindliche Natronlauge einzutragen, nach kurzem Kochen die Masse mit heissem Wasser zu verdünnen und sofort zu filtriren.[2]

---

[1] Da man mit der starken Salzsäure bez. dem Königswasser zum Sieden erhitzen müsste, würde auch das schwerer zersetzbare Silicat beträchtlich angegriffen werden.

[2] Die Genauigkeit dieser Methode, die entschieden allen übrigen vorzuziehen ist, wird immer wieder bezweifelt, so in neuester Zeit von R. T. Thomson, Chemical News, Nov. 19, 1886, der besonders betont, dass sie sobald die Eisenmenge das zehnfache der Al_2O_3 beträgt, ungenau ist. Eine Ammoniakalaunlösung, in 100^{ccm} 0^g1208 Al_2O_3 enthaltend, wurde mit wechselnden Mengen einer Eisenchloridlösung, in 100^{ccm} 0.5619 Fe_2O_3 haltend versetzt:

100^{ccm} Alaunlösung 880^{ccm} Eisenlösung (28.6 mal soviel Eisen als Thonerde) ergab nach der angegriffenen Methode analysirt: 0^g1200 Al_2O_3 (Differenz 0.065 Procent);

100^{ccm} Alaunlösung 1500^{ccm} Eisenlösung ergaben: 0^g1212 Al_2O_3 (Differenz 0.04 Procent).

Also Resultate, die die Genauigkeit der Methode hinlänglich beweisen.

Das unzersetzte Silicat wurde nach dem Glühen gewogen; schliesst man es mit kohlensaurem Natron-Kali auf, so wird auch das in demselben vorhandene deutlich wahrnehmbare Chromeisenerz zersetzt und die in Wasser gelöste Schmelze enthält neben den üblichen Silicatbestandtheilen noch Chromsäure, wodurch die Trennung der Componenten erschwert wird; behandelt man dasselbe mit Fluorwasserstoff und Schwefelsäure, so bleibt die Hauptmenge des Chromeisenerzes unzersetzt zurück, aber eine geringe Menge desselben geht doch in die Lösung ein.

Auf Chrom ist also in jedem Falle bei der Analyse Rücksicht zu nehmen: Am meisten empfiehlt es sich, nach der Abscheidung der Kieselsäure, die Lösung stark alkalisch zu machen und durch dieselbe Chlor hindurchzuleiten, wodurch die Oxydation zu Chromsäure anscheinend leichter bewirkt wird, als durch Brom. Nach Filtration der Oxyde löst man in Salzsäure und wiederholt die Behandlung mit Alkali und Chlor, bis keine Chromsäurefärbung bez. Reaction mehr nachzuweisen ist.

Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass stets darauf zu sehen ist, dass die Lösung vor der Filtration der Oxyde genügend verdünnt wird; geschieht dies nicht, so findet man im Chromoxyd stets Eisenoxyd, jedenfalls in Folge der Bildung von eisensaurem Alkali, welches durch Verdünnen mit Wasser wieder zersetzt wird.[1]

In der Chromsäure enthaltenden Flüssigkeit ist die Hauptmenge der Thonerde vorhanden; scheidet man dieselbe durch Einleiten von Kohlensäure ab, so erhält man sie in einer gut filtrirbaren Form, jedoch kaum vollständig aus der Lösung heraus; will man dies durch Abdampfen mit Chlorammonium erzielen, so thut man gut, nicht direct die stark alkalische Flüssigkeit damit zu versetzen, sondern dieselbe zunächst mit Salzsäure fast vollständig zu neutralisiren und darauf das Salz hinzuzugeben. Man muss sich nun aber wohl hüten, die Masse bis zur Trockniss einzudampfen; geschieht dies, so wird die Thonerde stets chromsäurehaltig, jedenfalls in Folge der Reduction von etwas Chromsäure durch beim Eindampfen sich zersetzendes Chlorammonium bewirkt.

Bezüglich des beim Flusssäure-Aufschluss zurückbleibenden Chromeisenerzes, dessen Menge sehr gering ist, sei bemerkt, dass sich dasselbe nach der üblichen Methode: Schmelzen mit saurem schwefel-

[1] Eine Lösung von reinem Chromalaun, in 25^{ccm} 0.0932 Cr_2O_3 enthaltend, wurde mit Eisenchlorid versetzt, mit KOH übersättigt und durch Chlor oxydirt. Das erste Filtrat enthielt 0g0935 Cr_2O_3, das zweite 0g0032, beide Proben jedoch reichliche Mengen Fe_2O_3. Dagegen wurde nach dem Verdünnen die berechnete Menge Chromoxyd gefunden.

saurem Kali und darauf mit Soda und Salpeter naturgemäss leicht aufschliessen lässt, dass aber diese Methode, besonders im zweiten Theile der Behandlung bei grösseren Mengen solche Unzuträglichkeiten mit sich bringt — Verluste durch Spritzen, Übersteigen der Schmelze, wiederholtes Schmelzen, um den Rest Chrom aus den übrigen Oxyden zu entfernen, — dass an Stelle derselben, stets das MITSCHERLICH'sche Verfahren, des Ausfschliessens mittels Schwefelsäure im zugeschmolzenem Rohre vorzuziehen ist. Vielleicht — die Versuche hierüber sind zu einem definitiven Abschluss noch nicht gelangt — kann man nach dem Aufschliessen mit saurem schwefelsaurem Kali die Schmelze in Wasser zerfallen lassen, dann mit Natronhydrat übergiessen und durch Einleiten von Chlor die sonst durch Salpeter bewirkte Oxydation erreichen. Nach dieser Methode wurden befriedigende Resultate bereits erhalten, nur bietet die Zerkleinerung der Sulfatschmelze Schwierigkeiten, die sich vielleicht durch Anwendung von saurem schwefelsaurem Natron vermeiden lassen werden.[1]

Was die Bestimmung des Eisenoxyduls in durch Säuren unzersetzbaren Silicaten anbetrifft, so sei hier hervorgehoben, dass sich stets auf das vorzüglichste eine von FINKENER benutzte, soviel bekannt, noch nicht veröffentlichte, Methode bewährt hat: $0^g_.3$—$0^g_.5$ des Silicats werden in eine geräumige Platinschale gebracht, etwa 5^g Fluorkalium[2] hinzugefügt, dieses in wenig Wasser gelöst und unter Umrühren soviel concentrirte Schwefelsäure, welche mit dem gleichen Volumen Wassers verdünnt ist, hinzugesetzt, dass bei langsam zum Kochen gesteigertem Erhitzen Lösung eintritt; nach dem Erkalten wird mit luftfreiem Wasser verdünnt und direct in der Schale titrirt.

Vorzuziehen ist diese Methode ohne Zweifel der älteren, nicht mehr oft angewendeten: Schmelzen des Silicates mit Boraxglas in einer Magnesitfütterung und Titration der gelösten Schmelze, aber auch der MITSCHERLICH'schen Methode des Aufschliessens mittels concentrirter Schwefelsäure im zugeschmolzenem Rohre. Es kann hierbei leicht passiren, dass wenn die Concentration der Schwefelsäure nicht getroffen oder die Temperatur zu hoch steigt, Eisenoxydul und Schwefelsäure sich zu Eisenoxyd und schwefliger Säure, die sich beim Öffnen des Rohres durch starken Druck bemerkbar macht, umsetzen.

Die Angaben, welche Concentration der Schwefelsäure anzuwenden sei, sind in den Lehrbüchern verschieden; man findet empfohlen

[1] Auch Oxydation mittelst H_2O_2 wurde versucht, ergab jedoch keine befriedigende Resultate.

[2] Das KFl wird durch Neutralisiren von HFl, die mit Kaliumpermanganat bis zur bleibenden Röthung versetzt ist, mittels KOH, Eindampfen und Erhitzen der Salzmasse bis zur dunkelen Rothgluth dargestellt.

3 Schwefelsäure und 1 Wasser (spec. Gew. 1.72) und 3 Schwefelsäure und 2 Wasser (spec. Gew. 1.52). Als entwässertes Eisenvitriol mit ersterer Säure 3—4 Stunden bei 240° erhitzt wurde, waren in dem abgekühlten Rohre reichlich Krystalle von rother Farbe, wasserfreies schwefelsaures Eisenoxyd, und bedeutende Mengen von SO_2 gebildet worden, während bei Anwendung der zweiten Vorschrift diese Übelstände nicht eintraten.

Zur Bestimmung der Alkalien — es sei vorausgeschickt, dass dieselben nur in Spuren nachweisbar waren — empfiehlt es sich bei der Anwesenheit von Chrom und Mangan, mit Schwefelammon und oxalsaurem Ammon zu fällen, dann nach der Filtration des Niederschlages durch Kochen mit Salzsäure den Schwefel abzuscheiden und aus dem Filtrate hiervon, nach dem Eindampfen und Trocknen, die Ammonsalze zu vertreiben. Der Rückstand wird in möglichst wenig Wasser gelöst und, ohne von der Kohle abzufiltriren, die Magnesia durch neutrales kohlensaures Ammon nach Rose-Finkener[1] abgeschieden; diese vorzügliche Methode verdient vor allen anderen den Vorzug und kann auch noch bei sehr geringen Mengen von Magnesia Anwendung finden.

Die Alkalien würden im Filtrate der kohlensauren Ammon-Magnesia als Sulfate zu bestimmen sein; auch deren Trennung bietet jetzt in diesem Zustande keine Schwierigkeiten mehr, seit von Finkener[2] nachgewiesen ist, dass es wohl möglich ist, auch aus der Sulfatlösung mit Hülfe von Platinchlorid das Kalium zu bestimmen, und dass die zeitraubende Überführung derselben in Chloride erspart werden kann.

3. Bestimmung des Schwefels bez. der Schwefelungsstufe des Eisens, sowie: Über das Verhalten der Schwefelverbindungen des Eisens beim Erhitzen im Wasserstoff.

Die Angaben, ob im Meteoriten von Alfianello Einfachschwefeleisen — Troilit — oder Magnetkies vorhanden sei, stehen sich direct gegenüber; Maissen nimmt ersteres, Foullon das zweite an.

Experimentell ist die Frage von keinem von Beiden entschieden worden, trotzdem dies leicht geschehen kann: man muss nur einmal den Schwefelgehalt durch Oxydation mit Königswasser ermitteln und aus der Menge der gebildeten Schwefelsäure den Schwefel berechnen;

[1] Rose-Finkener, VI. Aufl. Bd. II. S. 41.

[2] Rose-Finkener, VI. Aufl. Bd. II. S. 923 Zusatz.

andererseits muss man durch Zersetzen mittels Salzsäure den Schwefelgehalt aus dem entwickelten Schwefelwasserstoff ableiten. Decken sich beide Werthe, so liegt Troilit vor, denn Magnetkies scheidet beim Zersetzen mit Salzsäure einen Theil des Schwefels ab. Die Versuche bewiesen die Anwesenheit des Troilits.

Es ist hier die geeignete Stelle auf das Verhalten der verschiedenen Schwefelungsstufen des Eisens beim Erhitzen im Wasserstoffstrome hinzuweisen. Nach den sich in allen Handbüchern findenden Angaben werden sämmtliche zu Einfachschwefeleisen, welches nicht weiter angegriffen wird, reducirt.

Als nun eine Probe des vorliegenden Meteoriten im Wasserstoff erhitzt wurde, ergab sich eine reichliche Entwickelung von Schwefelwasserstoff, obgleich nach dem soeben erörterten Befunde nur Troilit vorhanden sein konnte.

In der That ergab sich, als reines FeS (durch Zusammenschmelzen von reinem Eisen mit Schwefel bei Luftabschluss dargestellt) stark im Wasserstoffstrome geglüht wurde, bald dessen vollständige Überführbarkeit in Metall.[1]

Dieses Verhalten des einfach Schwefeleisens ist in mehrfacher Hinsicht nicht ohne Interesse:

Für die Zusammensetzung des Magnetkieses nimmt man die Formel $Fe_n S_{n+1}$ an, wo $n = 4 - 9$ ist. Bei den Analysen desselben hat man meistentheils nur den Fe-gehalt direct, den Schwefel jedoch aus der Differenz bestimmt. Aus dem Eisengehalte lässt sich nun auch der Schwefel berechnen, der als FeS vorhanden sein wird, und die Differenz zwischen dem Gesammtschwefelgehalt und diesem müsste gleich sein dem Verlust, den das Material beim Erhitzen im Wasserstoff erleidet, vorausgesetzt, dass die Reduction nur bis zum FeS geht.

Dass diese Werthe sich nicht decken, ist aus der folgenden, Rammelsberg's Mineralchemie entnommenen, Tabelle zu ersehen; theils zu gross, theils zu klein giebt der Verlust in H kaum einen Anhaltspunkt für die Erforschung der Constitution des Minerals:

A = Gehalt an Fe.
B = » » S; a direct gefunden, b berechnet.
C = berechneter S für FeS.
D = Differenz $Bb - C$.
E = Verlust in H.

[1] Ein Analogon ist das Kupfersulfur, dessen Reducirbarkeit durch Wasserstoff zu Metall von Hampe kürzlich (Chem. Zeitschr. 85) mitgetheilt, aus der Laboratoriumspraxis jedoch längst bekannt ist, da man bei der Bestimmung des Kupfers als Cu_2S durch zu starkes Glühen bei Mangel an Schwefel stets Metall erhält.

A	*B* *a*	*B* *b*	*C*	*D*	*E*
61.56	39.10	38.44	35.18	3.26	—
61.15	—	38.85	34.94	3.91	3.36
61.19	—	38.81	34.96	3.95	
60.66	—	39.34	34.66	4.68	4.29 u. 4.67
60.20	40.25	39.80	34.40	5.40	4.92
60.29	40.05	39.71	34.35	5.36	4.72
60.00	—	40.00	34.29	5.71	3.99
60.83	—	39.17	34.76	4.41	
60.94	—	39.06	34.82	4.24	5.04
61.22	—	38.78	34.98	3.80	
61.25	—	38.75	35.00	3.75	3.87
61.36	—	38.64	35.06	3.58	
60.1	—	39.90	34.34	3.56	5.05
61.4	—	38.6	35.09	3.51	

Magnetkies von Bodenmais ergab in einer directen Schwefelbestimmung 39.28 Procent.

Beim Zersetzen mit HCl als Schwefelwasserstoff entweichend 34.15 Procent.

Die Differenz beträgt also 5.09 Procent.

Als dasselbe Material im Wasserstoffstrome gelinde bis zur Gewichtsconstanz erhitzt wurde, ergab sich ein Verlust von 4.41 Procent.

Auch hier war also auf diesem Wege keine Deckung der Werthe zu erzielen.

Als jedoch dasselbe Material anhaltend stark bei schnellem Durchleiten des Gases geglüht wurde, stellten sich die Verhältnisse, wie folgt:

$0^{\mathrm{g}}.3509$ Substanz enthaltend 40.22 Procent S ergaben:

nach	3	Stunden einen Verlust von	$0^{\mathrm{g}}.0218$
»	$7\frac{1}{2}$	» » » »	$0^{\mathrm{g}}.0339$
»	$8\frac{1}{2}$	» » » »	$0^{\mathrm{g}}.0385$
»	12	» » » »	$0^{\mathrm{g}}.0529$

Also einen Totalverlust von 15.08 Procent!

Es drängt sich hierbei unwillkürlich die Frage auf: Entsteht hierbei direct metallisches Eisen, oder bildet sich als Zwischenproduct ein Halbschwefeleisen Fe_2S, wie solches Arfedson[1] durch Glühen von entwässertem Eisenvitriol im Wasserstoffstrome erhalten haben will?

[1] Poggendorff's Annalen, Bd. I., S. 72. Bei Graham-Otto ist fälschlich angegeben: entwässertes schwefelsaures Eisenoxyd.

Um dies zu entscheiden, wurde aus dem Glührückstande das metallische Eisen durch Quecksilberammoniumchlorid ausgezogen und seine Menge bestimmt; da der Schwefelgehalt des Glührückstandes und der Gesammteisengehalt bekannt ist, hat man hieraus die für die Berechnung nöthigen Zahlen:

$0^{g}2379$ ergaben $0^{g}0508$ met. Fe also 0.2379 — 0.0508 = $0^{g}1871$ Fe_xSy; dieses enthält 40.22 — 15.08 = 25.14 Procent, also $0^{g}0598$ S und $0^{g}1273$ Fe.

Der Glührückstand besteht also aus:

21.35	Procent	met. Fe
53.51	»	Fe an S gebunden
25.14	»	S

und es verhält sich Fe : S = 0.955 : 0.786
= 1.2 : 1
= 6 : 5

Es ist also der nicht metallische Theil zusammengesetzt = Fe_6S_5 = Fe_2S + 4 FeS und hat die procentische Zusammensetzung:

	gefunden	berechnet.
S	31.99	32.30
Fe	68.01	67.70

Eine Isolirung des auf diesem Wege sich bildenden Halbschwefeleisens erwies sich als unmöglich.

Als versucht wurde, nach dem von Arfedson angegebenem Verfahren zu dem Körper zu gelangen, wurden stets Producte erhalten, die in der Zusammensetzung wesentlich differirten.

Fe_2S sollte enthalten 77.78 Procent Fe und 22.29 Procent S; es musste sich glatt in HCl unter Entwickelung von H und H_2S lösen und durfte an Quecksilberammoniumchlorid kein Eisen abgeben.

Beim Lösen in Salzsäure hinterblieb nun fast stets ein Rückstand, und ferner wurden gefunden (statt 77.78 Procent Fe):

Fe:	davon ausziehbar durch $HgCl_2$. $2NH_4Cl$:
Procent 80.15	Procent 31.35
» 81.84	» 52.26
» 78.95	» 38.17
» 75.96	» 23.75

ferner wurden Schwefelmengen gefunden, die so wesentlich hinter den erwarteten Werthen zurückblieben, dass die Reductionsproducte als stark sauerstoffhaltig anzusprechen waren. Auch auf diesem Wege war also ein reines Fe_2S nicht zu erhalten. Warum sich dieses bei der Reduction von entwässertem schwefelsaurem Eisenoxydul bilden

soll, ist auch nicht ohne Weiteres einzusehen; wissen wir doch garnicht, ob der seines letzten Moleculs Wassers beraubte Eisenvitriol überhaupt noch als Oxydulverbindung aufzufassen sei, oder ob er nicht vielleicht eine Umlagerung in ein schwefligsaures Eisenoxyd erfahren habe? Fragen die sich naturgemäss aufdrängen müssen, aber nicht experimentell zu entscheiden sind!

Wie der Magnetkies, verhalten sich auch die übrigen Schwefelverbindungen des Eisens; sämmtliche werden weiter reducirt, als dies bisher angenommen wurde.

Eisenkies mit einem Schwefelgehalt von 46.72 Procent (berechnet 46.67 Procent) verlor nach 5stündigem starken Glühen 28.34 Procent S, während der Verlust, falls FeS gebildet wurde, 23.34 Procent betragen würde.

Ganz analog verhält sich künstlich dargestelltes Fe_2S_3.

Auch beim Kupferkies hat man den Verlust, welchen derselbe beim Erhitzen im H-Strome erleidet, für die Ermittelung der Constitution benutzen wollen: »Verliert derselbe beim Erhitzen im Wasserstoff ein Viertel seines Schwefels indem er, aufgefasst als $\left.\begin{matrix}CuS\\FeS\end{matrix}\right\}$ oder $\left.\begin{matrix}Cu_2S\\Fe_2S_3\end{matrix}\right\}$, in $\left.\begin{matrix}Cu_2S\\2FeS\end{matrix}\right\}$ übergeht, so macht dies 8.72 Procent aus«.[1]

Man hat Verluste gefunden, die diesem Werthe sehr nahe kommen, aber auch solche, die denselben wesentlich überschreiten, was man der Anwesenheit von Eisenkies zuzuschreiben geneigt war. — Dass diese Annahme unnöthig, sondern, dass es auch hier nur auf die Dauer des Erhitzens ankommt, beweisen folgende Zahlen:

Krystallisirter Kupferkies von Ani, Nipon[2] ergab bei der Analyse

30.24	Procent	Fe
34.53	»	Cu
35.17	»	S

und 0g3292 verloren nach 1½stündigem Glühen bereits 13.89 Procent Schwefel.

Wie die natürlichen Schwefelverbindungen, verhalten sich auch die künstlich dargestellten, z. B. der Körper K_2S, Fe_2S_3.

Derselbe nach den Angaben von Schneider[3] dargestellt, verliert nach diesem Forscher beim Erhitzen im Wasserstoff ein Viertel seines Schwefelgehaltes = 10.13 Procent.

---

[1] S. Rammelsberg, Mineralchemie S. 70.

[2] Ich verdanke das ausgezeichnete Material der Güte des verstorbenen Hrn. Geh. Rath Prof. Websky.

[3] Poggendorff's Annalen, Bd. 136, S. 460.

Nach 5stündigem starken Glühen betrug der Verlust 16.86 Procent,
nach 7stündigem Erhitzen .... 32.56 »
und nach ferneren 2 Stunden .... 35.62 » .

Es müsste in diesem Falle also bereits ein Theil des an Kalium gebundenen Schwefels reducirt sein, da der Totalschwefelgehalt des Körpers = 40.50 Procent ist. In der That sah die Masse an einzelnen Stellen silberweiss aus, war weich und knetbar, und erinnerte an das von Gay-Lussac und Thénard beschriebene Eisenkalium, welches sich bei der Darstellung des Kaliums aus KOH und Eisenfeile bildet, wenn sich an der Stelle des Flintenlaufes, wo derselbe aus dem Ofen herausragt, Eisen befindet.

B. Ergebnisse der Analyse.

Zu Untersuchungen dienten etwa 25^g eines Durchschnittspulvers. Mit ihm wurden ausgeführt: die beiden Gesammtanalysen durch HCl, davon die zweite nach vorausgegangener Behandlung des Materials mit Quecksilberammoniumchlorid, zwei Analysen der durch Säuren nicht angegriffenen Silicattheilen, eine Schwefelbestimmung durch Salzsäure und eine, gleichzeitig mit einer Phosphorbestimmung verbunden, durch Königswasser.

Aus einem anderen Stücke des Meteoriten waren die gröberen Metalltheile mechanisch ausgelesen worden und zur Bestimmung des Verhältnisses von Eisen: Nickel (Kobalt) benutzt worden.

S-Bestimmung.

1^g6887 ergaben nach Zersetzung durch HCl und Absorbiren des entwickelten H_2S in ammoniakalischer Silberlösung: 0^g3225 Ag = 0^g0478 S = 2.83 Procent S (entsprechend 7.78 Procent FeS).

3^g0335 ergaben nach Oxydation durch Königswasser 0^g6240 $BaSO_4$ = 2.827 Procent S.

HCl-Analyse.

Für I angewendet: 4^g5936,
» II » : 4^g2151.

Es bedeutet *A* den Auszug mit $HgCl_2$, $2NH_4Cl$,
B das durch HCl zersetzte Silicat,
C das unzersetzte Silicat.

		I		II	
	SiO_2	19.28		19.26	
	MgO	20.16		20.23	
	CaO	0.89		0.85	*B*
A + *B*	Al_2O_3	0.62		0.60	
	FeO	15.06		6.16	
	Ni + Co	0.80		7.78	FeS
	Mn	0.02	Fe	7.12	*A*
	FeS	7.78	Ni + Co	0.83	
C		37.39		37.14	*C*
		102.00		99.97	

In I rührt der scheinbare Überschuss von dem als FeO in Rechnung gestelltem Eisen her; nun sind 16 O = 56 Fe, 2 O also = 7 Fe (9 FeO) und es verbleiben dann für *B* 15.06 − 9 = 6.06 FeO.

Analyse I geht dann über in

B	SiO_2	19.28
	MgO	20.16
	FeO	6.06
	Al_2O_3	0.62
	CaO	0.89
	FeS	7.78
A	Fe	7.00
	Ni + Co	0.80
	Mn	0.02
C		37.39

stimmt also befriedigend mit den in II erhaltenen Werthen.

Zusammensetzung von *C*.

I. HFl-Analyse.

II. Aufschluss mit $Na_2CO_3 + K_2CO_3$.

	I		II
aus II	55.48		55.48
FeO	10.24		10.31
Al_2O_3	5.31		—
MnO	0.38		—
CaO	6.80		—
MgO	19.99		20.12
Rückstand	2.14	Cr_2O_3	1.88
	100.34		

Eine directe Eisenoxydulbestimmung ergab 8.50 Procent FeO; nimmt man an, dass der Rückstand aus = 2.14 Procent aus

1.88 Procent Cr_2O_3 und 0.26 Procent FeO bestehe, so bleiben für das Silicat 10.24 — (8.5 + 2.9) = 1.48 FeO als Fe_2O_3 vorhanden, also 1.64 Fe_2O_3 und die Zusammensetzung desselben würde dann sein:

SiO_2	55.48 oder in 100 Thl.	56.77
FeO	8.50	8.62
MnO	0.38	0.39
CaO	6.80	6.89
MgO	19.99	20.27
Fe_2O_3	1.64	1.66
Al_2O_3	5.31	5.40
	98.10	100.00

Zusammensetzung der Metalle.

I. $2^{g}0396$ ergaben $1^{g}6426$ Fe_2O_3, 0.1306 Ni 0.0139 Co.
II. $0^{g}8726$ » $0^{g}7701$ Fe_2O_3, 0.0643 Ni + Co 0.0015 Mn.

Hieraus berechnet sich die Zusammensetzung des metallischen Theiles wie folgt:

	I	II	aus der HCl-Analyse	
Fe	88.84 Procent	89.11		89.20
Ni	10.09 »	10.63 (Ni + Co)	Ni + Co	10.78
Co	1.07 »		Mn	0.02
		Mn 0.26		

Es wurde also eine befriedigende Übereinstimmung durch die verschiedenen Proben erreicht.

Zusammensetzung der Ergebnisse.

Überblickt man die so gewonnenen Resultate der Analyse, so sieht man sofort, mit wie grossen Schwierigkeiten die Trennung der Silicate durch Salzsäure, selbst bei Beobachtung der grössten Vorsichtsmaassregeln, verbunden ist. Kalk und Thonerde stammen, obgleich im Salzsäureauszuge gefunden, entschieden aus dem schwerer zersetzbarem Silicate her, und es werden demgemäss auch die übrigen Bestandtheile eine Vermehrung erfahren haben.

Nähme man an, dass aus *C* die Componenten gleichmässig herausgelöst worden wären, — obgleich a priori zu vermuthen ist, dass die Basen leichter als die Kieselsäure angegriffen werden — so könnte man aus der Zusammensetzung von *C* und der Menge des in *B* vorhandenen Kalks, die zuviel vorhandenen Basen berechnen, diese Werthe von den in *B* vorhandenen abziehen, zu den in *C* vor-

handenen zuzählen und so die Zusammensetzung der componirenden Silicate ermitteln. Führen diese Werthe zu bestimmten Formeln, so erscheint dies Verfahren berechtigt.

Aus der Zusammensetzung von *C* berechnet sich das Verhältniss:

$$CaO : MgO : FeO : Al_2O_3 : SiO_2$$
$$= 1 : 2.94 : 1.51 : 0.78 : 8.23$$

und
$$= 0.89 : 2.62 : 1.34 : 0.68 : 7.32$$

als herausgelöste Mengen, die abzuziehen wären von den Werthen von *B*.

Dieses erhält dann die Zusammensetzung:

SiO_2	19.28 — 7.32 =	11.96
FeO	6.06 — 1.34 =	4.72
CaO	0.89 — 0.89	—
Al_2O_3	0.62 — 0.68	—
MgO	20.16 — 2.62 =	17.54
	47.07 — 12.85	34.22

Es wäre also dann die Zusammensetzung des löslichen Silicates in 100 Thl. auszudrücken durch:

SiO_2	34.95
FeO	13.79
MgO	51.26

Das Atomverhältniss wäre:

$$\overset{''}{R} : Si = 1.473 : 0.583$$
$$Fe : Mg = 0.19 : 1.28$$
$$= 1 : 7$$

Das Silicat ist entschieden, wie dies von Rammelsberg für die Chondrite wiederholt nachgewiesen ist, Olivin, aber wie ersichtlich, ist das Verhältniss von R : Si nicht wie 2 : 1, sondern wir haben zu wenig Kieselsäure, jedenfalls eine Folge des bereits erörterten Umstandes.

Berechnet man aus den Basen die für Olivin erforderlichen Mengen SiO_2, so ergiebt sich, dass nicht 7.32, sondern nur 4.16 SiO_2 herausgelöst sind, und es wird die Zusammensetzung des Silicates ausgedrückt durch:

SiO_2	15.12	40.54
MgO	17.54	46.93
FeO	4.72	12.93
	37.38	100.00,

Das durch Säuren zersetzte Silicat ist also Olivin von der Zusammensetzung

$$\left\{\begin{array}{l} Fe_2SiO_4 \\ 7Mg_2SiO_4 \end{array}\right.$$

Versucht man sich über die Zusammensetzung des durch Säuren nicht zersetzten Theiles ein Bild zu machen, so müsste man zunächst die als herausgelöst berechneten Mengen der Bestandtheile hinzuaddiren, also:

SiO_2	56.77 +	11.37 =	68.14
FeO	8.62 +	3.66	12.28
MnO	0.39		0.39
CaO	6.89 +	2.43	9.32
MgO	20.27 +	7.16	27.43
Fe_2O_3	1.66		1.66
Al_2O_3	5.40 +	1.90	7.30

wo die hinzuaddirten Werthe berechnet sind unter der Überlegung, dass aus 36.6 Thl. des unzersetzten Silicates die von *b* abgezogenen Mengen herausgelöst wurden, von 100 Thl. desselben also die oben angeführten Werthe.

Nun berechnet sich die procentische Zusammensetzung des Silicates zu:

			Atome	
SiO_2	53.86 =	25.15 Si	0.89	8.9
FeO	9.71	7.55 Fe	0.14	$\overset{''}{R}$ 8.12
MnO	0.31	0.24 Mn	0.004	
CaO	7.73	7.26 Ca	0.13	
MgO	21.68	13.07 Mg	0.54	
Al_2O_3	5.76	3.05 Al_2	0.06	0.58
Fe_2O_3	1.31	0.93 Fe_2	0.004	0.04

Es verhält sich demnach:

$$\overset{''}{R} : Si = 8.9 : 8.12$$

oder wenn $Fe_2 = 2Fe$ gesetzt wird:

$$\overset{''}{R} : Si = 8.9 : 8.2$$
$$= 1.09 : 1$$

und

$$Fe : Ca : Mg = 1 : 1 : 4,$$

ferner

$$Al_2 : R = 1 : 14.$$

Es lässt sich hiernach wohl behaupten, dass das Verhältniss $\overset{''}{R} : Si = 1 : 1$ ist, d. h. dass das Silicat ein normales oder Bisilicat ist, gemengt mit etwas freier Kieselsäure — Tridymit —, wie dies ja für verschiedene Meteoriten nachgewiesen worden ist.

Das Ganze gewinnt dann den Ausdruck:

$$\left.\begin{matrix} 14\overset{''}{R}SiO_3 \\ Al_2O_3 \end{matrix}\right\}$$

oder

$$\left.\begin{matrix} 7\left\{\begin{matrix} CaSiO_3 \\ FeSiO_3 \\ 4\,MgSiO_3 \end{matrix}\right. \\ 3\,Al_2O_3 \end{matrix}\right\}$$

		Berechnet	Gefunden
7 CaO	392	8.09	7.73
7 FeO	504	10.41	10.55
28 MgO	1120	23.13	21.68
3 Al_2O_3	306	6.32	5.76
42 SiO_2	2520	52.05	53.86
	4842	100.00	99.58

Man wird also nicht anstehen, diesen Theil des Meteoriten für Broncit und Augit zu erklären, und es reiht sich demgemäss dieser Chondrit der von Rammelsberg insbesondere untersuchten Reihe an, d. h.:

der Meteorit von Alfianello enthält neben metallischem Eisen (Nickel-Kobalt), Schwefeleisen und Chromeisen nur zwei Silicate: als durch Säuren zersetzbares, das Singulasilicat, den Olivin, als durch Säuren unzersetzbare Bisilicate: den Broncit und Augit.

Vergleich mit den von den oben erwähnten Analytikern gewonnenen Resultaten.

a. Totalzusammensetzung.

	Metalle		Schwefeleisen	Zersetzb. Silicat	Unzersetzb. Silicat	Rest Chromeisen u. s. w.
Maissen	6.96	Troilit:	6.9	38.50	45.67	0.87
Flight	2.11	»	6.92	50.86	40.12	—
Foullon . . .	7.66	Magnetkies:	7.45	43.77	41.37	
Friedheim . .	7.92	Troilit:	7.78	37.38	46.29	0.60

b. Zusammensetzung des Metalls.

		Fe	Ni + Co	Mn
Maissen . . .		82.48	16.39 1.10	—
Flight		28.79	71.21	—
Foullon . . .		91.21	8.79	—
Friedheim	a.	88.84	10.09 1.07	—
	b.	89.11	10.63	0.26

c. Zusammensetzung von *B*.

SiO_2	39.21	35.12	35.05	34.92
FeO	31.32	51.43	28.54	13.79
MnO	0.34	—	—	—
Al_2O_3	—	1.52	0.41	—
CaO	—	4.64	0.50	—
MgO	29.13	7.26	35.46	51.26
	Maissen	Flight	Foullon	Friedheim

d. Zusammensetzung von *C*.

SiO_2	49.53	56.12	56.22	53.86
FeO	14.60	13.40	12.18	10.55
MnO	—	—	—	—
Al_2O_3	3.92	— !	1.64	5.76
CaO	1.97	6.71	4.16	7.73
MgO	26.84	17.26	23.74	21.68
K_2O	0.53 !	—	2.06 (K₂O + Na₂O)	—
Na_2O	2.39 !	—		
Cr_2O_3	0.22	8.28 !	— !	—
	Maissen	Flight	Foullon	Friedheim

2. Der Meteorit von Concepcion.

Ein im Winter 1880 in der Provinz Entre-Rios der La Plata-Staaten zwischen der Stadt Nogayá und Concepcion gefallener Meteorit ist durch Burmeister zum Theil der hiesigen Akademie der Wissenschaften geschenkt worden.

Websky[1] berichtet über denselben wie folgt: »Der Stein gehört »zu den äusserst seltenen, Kohle haltenden Meteoriten, besteht aus »einer dunkelgrauen, wenig schimmernden, mürben Masse, welche »kein sichtbares Meteoreisen enthält, sondern nur reichlich eingestreute »hellgraue, runde Körner zeigt, neben denen sparsam solche von »mattem Metallglanz und grünlich gelber Farbe auftreten: in dieser »Grundmasse sind gerundete Brocken einer etwas weniger dunkelgrauen dichten Substanz von gleichfalls erdiger Beschaffenheit ein»geknetet, die frei von Einsprenglingen sind.«

»Der meteorische Ursprung ist zweifellos durch die besonders an »dem kleineren Stück wohl erhaltene Rinde dargethan u. s. w.«

Durch freundliche Vermittelung des Hrn. Prof. Rammelsberg wurde mir eine hinreichende Menge des seltenen Materials zur Analyse über-

[1] Diese Berichte, 1882, S. 395.

geben, deren Resultate in Folgendem mitgetheilt werden sollen. Ich sage ihm an dieser Stelle für die Überlassung der interessanten Untersuchung meinen besten Dank.

Ein Gehalt an metallischem Eisen bez. Nickel konnte durch Behandeln mit Quecksilberammoniumchlorid nicht nachgewiesen werden: in Salzsäure löst sich das Pulver unter Entwickelung geringer Mengen von Schwefelwasserstoff und eines übelriechenden Gases — Kohlenwasserstoff? — Durch Wasser sind schwefelsaure Salze ausziehbar, durch Äther freier Schwefel und organische Substanz: auf alle Bestandtheile soll weiter unten zurückgekommen werden.

Glüht man das Pulver an der Luft, so hinterbleibt, unter Entwickelung von Kohlensäure, Wasser und schwefliger Säure, ein rostfarbenes Pulver, welches an Wasser noch schwefelsauren Kalk abgiebt.

Erhitzt man es im einseitig zugeschmolzenen Röhrchen, so entweicht etwas — alkalisch reagirendes — Wasser und ein weisser Dampf, der sich zu einer schmierigen Masse verdichtet.

Die Gesammtanalyse ergab:

	I	II
SiO_2	27.18	27.25
Fe_2O_3	30.69	30.59
Co + Ni	1.61	—
Al_2O_3	2.35	2.36
MnO	0.07	0.11
Cr_2O_3	0.35	0.41
CaO	2.52	2.60
MgO	19.05	19.43
Alkalien	0.18	—
Cu, Sn	Spuren	
	84.00	

Der Glühverlust beträgt 14.79 bez. 14.14 Procent.

Beim Verbrennen der Substanz im O-Strome würden erhalten:

1.43 — 1.60 — 1.60 — 1.62 Procent C

und 14.28 — 13.79 » H_2O.

Beim Trocknen bei 100—110° entweichen

3.43 Procent H_2O.

Beim Behandeln mit HCl entweichen 0.03 Procent Schwefel als H_2S, sind also als gebunden zu betrachten, während der Totalschwefelgehalt gefunden wurde zu

3.27 Procent S

bez. 3.26 » S.

Die im Material vorhandene SO_3-Menge beträgt

2.08 Procent SO_3

ferner fanden sich: 0.064 » P.

Bei der Zersetzung durch Salzsäure stellten sich die Ergebnisse wie folgt:

	I	II	III
Unzersetztes Silicat	1.86	1.79	—
SiO_2	26.71	26.73	26.56
Fe_2O_3	30.33	30.41	30.51
Co	1.76	0.12	—
Ni	—	1.46	—
Al_2O_3	2.24	2.23	—
CaO	2.18	2.33	—
MgO	18.99	18.59	—
Alk.	0.12	—	—
	84.19		

Extraction mit Äther.

40^g des Pulvers wurden extrahirt und ergaben neben in Lösung gegangenem Schwefel eine organische Substanz, deren Trennung von ersterem sich durch anhaltendes Schütteln mit Quecksilber und darauf folgende Filtration vollständig bewirken liess.

Nach dem vorsichtigen Abdunsten des Äthers hinterblieb eine gelbe, schmierige Masse, von bituminösem, an Braunkohlendestillationsproducte erinnerndem Geruche zurück, welche sich bei etwa 200° verflüchtigte, bei stärkerem Erhitzen verkohlte. Beim Abkühlen auf 0° erstarrte ein Theil der Masse, an Paraffin erinnernd, während, nach Übersättigen mit Natronhydrat und Destillation im Wasserdampfstrom, zuerst eine äusserst geringe Menge eines nach Petroleum riechenden, auf dem Wasser in dünnen irisirenden Häutchen schwimmenden Körpers, darauf eine Flüssigkeit überging, welche beim Eindampfen mit Platinchlorid geringe Mengen eines krystallisirten Platindoppelsatzes hinterliess.

Nach dem Abdunsten des Äthers blieben von 40^g: 0^g084 d. h. 0.21 Procent des Materials an organischer Substanz zurück.

Der Rückstand von der Ätherextraction mit siedendem Wasser erschöpft, ergab in Lösung gegangen:

0^g5001 SO_3

0^g0551 S_2O_2[1]

[1] Die Lösung entwickelte mit HCl SO_2 und schied S aus; auch wurde sie durch Jod oxydirt. Hierdurch wurde der Gehalt an S_2O_2 ermittelt.

$0^{g}0059$ K_2O
$0^{g}0479$ Na_2O
$0^{g}0750$ MgO
$0^{g}1450$ CaO
$0^{g}0009$ Cl.

$7^{g}3960$ der Substanz mit Natronkalk verbrannt ergaben:

0 0399 Pt
= 0.0025 N
= 0.034 Procent N.

Wie sämmtliche Bestimmungen zeigen, ist das Material durch und durch zersetzt; es enthält zwar alle den Meteoriten eigenthümlichen Stoffe, aber in welcher Vertheilung dieselben vorhanden gewesen, lässt sich auch nicht entfernt constatiren, da es nicht ausgeschlossen erscheint, dass ein Theil der Stoffe erst durch terrestrische Einflüsse in das Material gelangt ist.

Auffallend ist zunächst die geringe Menge des durch Säuren nicht angegriffenen Silicates — Chromeisen und Phosphoreisen enthaltend —, ferner der grosse Gehalt an freiem Kohlenstoff. Durch Verwitterung des Troilits oder Magnetkieses sind die durch Wasser ausziehbaren bedeutenden Mengen schwefelsaurer Salze gebildet, ebenso freier S. der mit schwefligsaurem Salze unterschwefligsaure Verbindungen entstehen, lösst. Die beträchtliche Menge von schwefelsaurem Kalk lässt vielleicht auf das ursprüngliche Vorhandensein von Schwefelcalcium schliessen.

Der Gehalt an Ni und Co zeugt für das Vorhandensein von Meteoreisen, aber eine nur annähernde Ermittelung der Zusammensetzung desselben erweist sich bei der Verschiedenheit der procentischen Zusammensetzung des Nickeleisens in Meteoriten als unmöglich. Der hohe Eisen- und Magnesiagehalt des in Säure löslichen Theiles deutet auf Olivinsubstanz.

Der Frage nach der Entstehung des freien Kohlenstoffs und nach der Natur der organischen Substanz näher zu treten, ermöglichen die Ergebnisse leider nicht. Ebenso wie bei den bisher bekannten kohligen Meteoriten von ALAIS,[1] BOKKEFELD,[2] ORGUEIL[3] und KABA[4] ist organische Substanz, im vorliegenden Fall auch Stickstoff, mit Sicherheit nachzuweisen, ihre Menge jedoch zu gering, um die Zusammensetzung zu ermitteln.

[1] Philosophical Magazine. (4) XXV. p. 319.
[2] Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. CX. S. 369.
[3] Journal für praktische Chemie. Bd. 77. S. 44.
[4] Ebenda. Bd. 95. S. 360.

Zusammenstellung der früheren Ergebnisse.

bei:	Kaba	Bokkefeld		Orgueil	Cloïz	Pisani
Kohle	0.58		1.67	SiO_2	26.03	26.08
Eisen	2.88		2.80	SO_3	2.33	1.54
Nickel	1.37		1.30	S	4.56	5.75
Cu	0.01	S	3.38	Cl	0.08	0.08
Chromeisen	0.89	Bitumen	0.25	P	Spur	SO_2 0.53
Magnetkies	3.55		—	Al_2O_3	1.25	0.90
Eisenoxydul	26.20		29.94	Cr_2O_3	0.24	0.49
MgO	22.39		22.20	Fe_2O_3	14.24	8.30
M_2O_3	5.38		2.00	FeO	19.06	21.60
Ca	0.66		1.70	NiO	2.61	2.26 (NiO + CoO)
$K_1O + Na_2O$	0.30		1.23	CoO	0.09	
MnO	0.05		0.97	MnO	1.93	0.36
SiO_2	34.24		30.80	MgO	8.67	17.00
Co	unbestimmt (Co, P, Unbek. Materie)	Mn =	0.97	CaO	2.32	1.85
P		Cu =	0.03	Na_2O	1.32	2.26
Unbek. Materie				K_2O	0.33	0.19
				NH_3	0.10	13.89 (NH_3, Humus, H_2O)
				Humus	6.41	
				H_2O	7.81	

Ausgegeben am 15. März.

1888.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Schrader las über Wort- und Zeilenabtheilung in den babylonisch-assyrischen Inschriften.

Die Abhandlung wird in den Sitzungsberichten erscheinen.

Ausgegeben am 15. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

15. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Diels las eine Abhandlung zu Cicero's Hortensius und Aristoteles' Protreptikos.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des correspondirenden Mitgliedes der physikalisch-mathematischen Classe, Hrn. Prof. Toepler in Dresden und des Hrn. Dr. R. Hennig daselbst vor: Über magnetische Untersuchung einiger Gase.

3. Hr. Siemens legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Oberbeck in Greifswald vor: Über die Bewegungserscheinungen der Atmosphaere.

Die Mittheilungen 2 und 3 folgen umstehend.

Magnetische Untersuchung einiger Gase.

Von A. Toepler und Dr. R. Hennig.

Bekanntlich hat Quincke durch eine verdienstvolle Experimentaluntersuchung[1] an Flüssigkeiten im homogenen, magnetischen Felde eine Druckerscheinung nachgewiesen; es entsteht an der von Luft begrenzten Flüssigkeitsoberfläche eine hydrostatisch messbare, senkrecht zur Oberfläche gerichtete Druckdifferenz, welche durch

$$p = kH^2$$

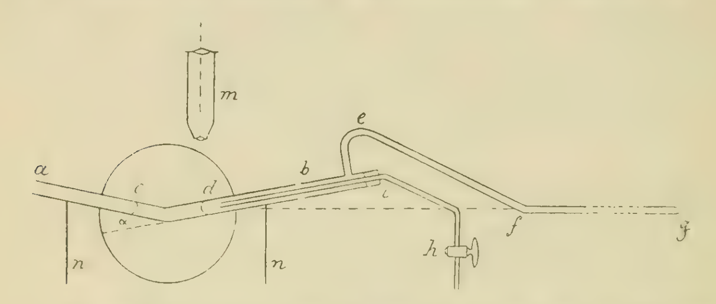
ausgedrückt werden kann und bei magnetischen Flüssigkeiten nach aussen, bei diamagnetischen nach innen wirkt. Hierbei bedeutet k eine nur von der Natur der Flüssigkeit abhängige Constante, H die Intensität des Magnetfeldes. Quincke bestimmte die Constante k für eine grosse Anzahl von Flüssigkeiten aus der Steighöhe in einer U-förmigen Glasröhre, indem er die eine der beiden Flüssigkeitskuppen plötzlich einem starken Magnetfelde aussetzte, während die andere einer magnetischen Kraft nicht unterworfen war, und macht dazu die Bemerkung,[2] dass sich dieselbe Methode auch auf Gase anwenden lasse, indem man die atmosphaerische Luft über einer diamagnetischen Flüssigkeit durch andere Gase ersetzt.

Es war nicht zu bezweifeln, dass derartige Vergleichsbeobachtungen, nacheinander mit verschiedenen Gasen angestellt, mit praktischen Schwierigkeiten verknüpft sein würden wegen der relativen Kleinheit der zu beobachtenden Unterschiede. In der That würde ein Fehler, welcher bei den auf einander bezogenen Vergleichsbeobachtungen beispielsweise in der Ausgleichung oder Bestimmung der Feldstärke begangen würde, einen 40 bis 50 mal grösseren Fehler im gesuchten Resultate zur Folge haben können, wenn die Gase unter Atmosphaerendruck untersucht werden. Da es nichtsdestoweniger wünschenswerth erschien, auf Grund der Quincke'schen Druckerscheinungen magnetische Beobachtungen an Gasen anzustellen, so wurde die im Folgenden beschriebene Methode benutzt, bei welcher zwei

[1] Diese Berichte, 1884. 1. Hlbbd. S. 17, und Wiedemann's Ann. Bd. 24 S. 347, 1885.
[2] A. a. O. S. 25.

Hauptfehlerquellen, nämlich die magnetische Wirkung auf die das Gas absperrende Flüssigkeit und der Einfluss der verschiedenen Gasschwere, durch ein Compensationsverfahren beseitigt sind. Wenngleich die Versuchsanordnung in hohem Grade einfach ist, so erfordern die Beobachtungen wegen ihrer Feinheit dennoch Zeit und Mühe. Dieser Umstand sowie die Thatsache, dass über den Magnetismus der Gase verhältnissmässig wenige Messungen vorliegen, mögen es rechtfertigen, dass wir Resultate mittheilen, welche noch der Vervollständigung bedürfen.

In der beistehenden Figur ist die Zusammenstellung des benutzten Apparates schematisch dargestellt, wobei der Deutlichkeit halber von der Wiedergabe der wirklichen Grössenverhältnisse abgesehen ist.



Zwischen den beiden einander gegenüberstehenden, kreisförmigen Polflächen eines Ruhmkorff'schen Elektromagnets wird eine in der Mitte schwach geknickte, im Übrigen gut cylindrische, beiderseits offene, enge Glasröhre *ab* vermittelst zweier seitlicher Träger *nn* in der Weise festgehalten, dass eine etwa 2 bis 3^{cm} lange, leicht bewegliche Flüssigkeitssäule *cd* (meistens Petroleum) an der Knickungsstelle im Gleichgewichte einspielt. Weder die Träger, noch die geknickte Röhre, welche der Kürze halber magnetische Libelle heissen mag, sind mit dem Elektromagnete oder dessen Träger in Berührung, wodurch etwaige Erschütterungen der Libelle durch die Deformationen des Eisenkerns beim plötzlichen Magnetisiren und Entmagnetisiren ausgeschlossen sind. Auf die Flüssigkeitskuppe *d* ist ein verticales Mikroscop *m* mit Glasscale im Ocular eingestellt; das Mikroskop ist ebenfalls auf besonderem Gestell befestigt.

In dem Raume zwischen den parallelen Polflächen, welcher nahe als ein homogenes Feld anzusehen ist, ist es möglich, der Libelle eine solche Stellung zu geben, dass die magnetischen Wirkungen auf die Flüssigkeitskuppen sich aufheben, so dass der Flüssigkeitsfaden bei starker Magnetisirung stehen bleibt. Werden nun in die Libellenschenkel zwei verschiedene Gase gebracht, so rührt der beim

Magnetisiren entstehende Libellenausschlag nur von der Verschiedenheit im Magnetismus der beiden Gase her. In Wirklichkeit braucht selbstverständlich die erwähnte Compensation nur angenähert erreicht zu sein; eine Abweichung von der völligen Compensation wird durch einen Vorversuch bestimmt und in Rechnung gezogen. Aus dem im Mikroskop gemessenen Ausschlage und aus der als bekannt vorausgesetzten Feldstärke berechnet sich die Constante k sehr einfach, wenn man vorher den Knickungswinkel α (vergl. die Figur) ermittelt hat. Ist dieser Winkel so klein, dass für ihn Sinus und Tangens vertauscht werden können, so entspricht einer im Mikroskop gemessenen Verschiebung von der Grösse b eine hydrostatische Druckdifferenz der beiden Kuppen von der Grösse

$$\sigma b \sin \alpha ,$$

wenn σ das specifische Gewicht der Libellenflüssigkeit bedeutet. Bezeichnet H die Feldstärke, so ist also:

$$k = \frac{\sigma b \sin \alpha}{H^2} . \tag{1}$$

Zu bemerken ist, dass die Libelle für die Beobachtung nur so eingestellt zu werden braucht, dass die beiden Libellenschenkel nahe in eine Verticalebene fallen; es ist nämlich unter der gemachten Voraussetzung, dass α klein ist, gleichgültig, ob die beiden Libellenschenkel gegen den Horizont gleiche Neigung haben oder nicht.

Um den Knickungswinkel der Libelle genau festzustellen, bedient man sich, wie bei der gewöhnlichen Röhrenlibelle, eines sogenannten Libellenprobers, d. h. einer in drei Punkten gestützten Unterlage, welche mittels einer getheilten Elevationsschraube um kleine Winkelgrössen gegen den Horizont geneigt werden kann. Verschiebt sich der Flüssigkeitsfaden der magnetischen Libelle um die Strecke a, falls dieselbe in der Knickungsebene um die kleine Winkelgrösse β geneigt wird, so ist:

$$\sin \alpha = \frac{l}{a} \sin \beta ,$$

worin l die Länge des Flüssigkeitsfadens (genauer den Horizontalabstand der Kuppen) bedeutet. Dasselbe Hülfsmittel dient auch, um zu ermitteln, ob die Libellenschenkel mit hinreichender Annäherung als gerade gelten können. Selbstverständlich sind nur ausgesuchte Röhren zu benutzen.

Die Kürze der Flüssigkeitssäule ist von Nutzen, da sie der Beweglichkeit zu Gute kommt; auch der Temperatureinfluss wegen der Längendehnung wird dadurch vermindert. Bei der 3^{mm} weiten Röhre,

welche zu den unten mitgetheilten Beobachtungen diente, betrug der Knickungswinkel $\alpha = 1^\circ 53'.5$; ein Scalentheil im Mikroskop entsprach einer Verschiebung der Flüssigkeit um $0^{mm}0437$. Da der Flüssigkeitsfaden nach jeder Ablenkung mit erheblicher Genauigkeit, nämlich bis auf Bruchtheile eines Scalenintervalls, wieder in die alte Gleichgewichtslage zurückkehrte, so ergiebt sich, dass das Instrument eine Druckdifferenz von 1 Zehnmilliontel Atmosphaere noch anzeigt. Diese Genauigkeit hat nichts Überraschendes, wie man sofort erkennt, wenn man vergleichsweise die hydrostatischen Kräfte berechnet, welche die Luftblase einer gewöhnlichen, feineren Röhrenlibelle bei deren Neigung in Bewegung setzen. Diese Kräfte sind noch kleiner als die obigen.

Die Empfindlichkeit des Druckmessers und die Kleinheit der zu messenden Kräfte machen eine ganz besondere Vorkehrung für die Zu- und Ableitung der zu untersuchenden Gase nöthig. Da ein Zehnmilliontel einer Atmosphaere dem Schweredruck einer verticalen Luftsäule von nicht mehr als etwa $0^{mm}8$ Höhe gleichkommt, so ist klar, dass, wenn die Libellenschenkel mit verschiedenen Gasen gefüllt sind, schon durch die Verschiedenheit der Gasschwere Druckdifferenzen entstehen können, welche die zu messenden Drucke bei weitem übersteigen.[1] Daher wurde an das Ende der Libelle bei b mittels eines kurzen Gummischlauches das Rohrsystem $befg$ (siehe Figur) angesetzt und gehörig befestigt. Die Verbindung zwischen e und f war jedoch beweglich, so dass das gerade Rohrstück fg möglichst genau in dieselbe Horizontalebene eingestellt werden konnte, in welcher die Kuppen der beiderseits mit Luft gefüllten Libelle einspielten. Die Röhre fg war mindestens 50^{cm} lang und endete mit einer feinen Öffnung. Zur Füllung mit dem zu untersuchenden Gase diente die enge Zuleitung hi, welche sich in den Libellenschenkel b bis nahe zur Kuppe d fortsetzt. Die Füllung geschieht langsam, indem man zugleich das Ende a der Libelle verschliesst. Wenn das ganze Rohrsystem von d bis g mit dem Gase erfüllt ist, so schliesst man den Hahn h und öffnet wiederum a. Nunmehr ist die Blase offenbar genau an derselben Stelle im Gleichgewicht, an welcher sie vor der Einführung des Gases einspielte, weil die Punkte d und g in derselben Horizontalebene liegen. Der Einfluss der ungleichen Gasdichte ist also compensirt, gleichgültig, welche Gasfüllung in der Röhre besteht. Diese Compensation ändert sich auch während der nun folgenden magnetischen Beobachtung für längere Zeit nicht, denn die bei g durch Diffusion

---

[1] Wollte man nach der im Eingang erwähnten Vergleichsmethode beobachten, so würde selbstverständlich dieselbe Schwierigkeit zu beachten sein.

langsam eindringende Luft muss erst bis zum Punkte *f* vorgeschritten sein, bevor sie Einfluss auf das Gleichgewicht der Gasmasse ausüben kann.[1] Zu erwähnen ist ferner, dass selbst schwache Luftströmungen in der Nähe von *a* die Libelle beunruhigen; man thut daher gut, in dieses Rohrende einen lockeren Baumwollpfropfen zu stecken.

Unter Beachtung der besprochenen Vorsichtsmaassregeln ergeben sich recht befriedigende Übereinstimmungen in den Beobachtungen der durch die Gase veranlassten magnetischen Verschiebungen. Als Beispiel lassen wir eine Reihe successiver Mikroskopablesungen folgen, welche bei Sauerstofffüllung erhalten wurden, als das Feld mit 10 Bunsenelementen abwechselnd magnetisirt und entmagnetisirt wurde:

	11.5	
		34.9
	12.1	
		34.7
	12.0	
		34.1
	11.5	
Mittel:	11.8	34.6

Die mittlere Differenz 22.8 ist jedenfalls bis auf wenige Procente genau. Durchschnittlich gleich gute Einstellungen ergaben die anderen Gase. Zu bemerken ist, dass, wie auch die eben mitgetheilte Zahlenreihe erkennen lässt, die Ausschläge der Libelle bei unveränderter Füllung und wiederholter Magnetisirung stetig, aber langsam kleiner

[1] Bemerkung von Toepler: Wie sehr die aerostatischen Druckkräfte in Betracht kommen, zeigte sich, wenn man an dem Apparate nach geschehener Füllung, z. B. mit Leuchtgas, die Röhre *fg* um wenige Millimeter höher oder tiefer einstellte; es entstand sofort eine messbare Verschiebung der Libellenflüssigkeit. Ich will auch bemerken, dass schon früher Hr. Recknagel (Wied. Ann. Bd. 2, 1877, S. 291) sich mit ähnlichen feinen aerostatischen Messungen befasst hat. Recknagel misst mit seinem Differentialmanometer, welches aus einer schwach ansteigenden Röhre in Verbindung mit einem weiten Gefäss, ähnlich dem Druckmesser des Riess'schen Luftthermometers, besteht, den Unterschied des Bodendrucks, welcher zwischen einer 2^m hohen Gassäule und einer gleich hohen Luftsäule besteht, und berechnet daraus das specifische Gewicht des Gases. Ich kann nicht nur die Angaben des Hrn. Recknagel bezüglich der Brauchbarkeit der Methode bestätigen, sondern auch hinzufügen, dass zu derselben Gasdichtenbestimmung mit meiner Libelle eine Gassäule von nur 0.1 anstatt 2^m völlig ausreichte, da der Ausschlag z. B. für Leuchtgas dann schon mehr als 50 Mikroskoptheile betrug. Recknagel hat auch schon Petroleum als manometrische Flüssigkeit empfohlen. Die mit der Libelle ermöglichten, enorm feinen Druckmessungen scheinen mir geeignet, gewisse Eigenschaften und Erscheinungen bei Gasen und Dämpfen, z. B. Ausdehnungscoëfficienten, Dissociation u. s. w., ohne Einfluss der Gefässwände zu studiren. Zu den beschriebenen magnetischen Beobachtungen sei noch bemerkt, dass die beiden Kuppen zum Zwecke der Compensation auch in zwei getrennten, jedoch durch ein und denselben Strom erzeugten und mit einander abgeglichenen Magnetfeldern liegen können. Diese Anordnung bietet die Möglichkeit, das magnetische Verhalten der Gase mit Bezug auf das Vacuum zu untersuchen.

wurden, was wohl zum Theil in der einseitigen Veränderung des Flüssigkeitsfadens durch Gasabsorption begründet sein mag.

Eine Hauptsache ist selbstverständlich die Beschaffenheit der Libellenflüssigkeit. Dieselbe muss, abgesehen von ihren chemischen und molecularen Beziehungen zu den Gasen, leicht beweglich und sehr gut benetzend sein und eine niedrige Dampftension besitzen. Ausser dem vortrefflich geeigneten Petroleum vom specifischen Gewicht 0.801 wurden Alkohol und Schwefelsäure versucht, ersterer bei Beobachtungen mit Sauerstoff. Diese stimmten mit den mittels Petroleum angestellten gut überein. Schwefelsäure erfordert ein weites Libellenrohr und kann wegen der grossen Trägheit des Einspielens nur ausnahmsweise benutzt werden.

Die in der folgenden Tabelle mitgetheilten Resultate sind ohne weiteres verständlich. Für jedes Gas wurde die beim Magnetisiren des Feldes entstehende Verschiebung der Flüssigkeit gemessen, und davon in Abzug gebracht die unmittelbar vorher beobachtete kleine Verschiebung bei beiderseitiger Luftfüllung. Die Zahlen der Tabelle sind bei mehrmals erneuerter Gasfüllung erlangte Mittelwerthe solcher Differenzbeobachtungen und beziehen sich auf das *CGS*-System. Die Feldintensitäten wurden für die hauptsächlich angewandten Stromstärken nach der Quincke'schen Methode mit einer Eisenchloridlösung vom specifischen Gewichte 1.505 bestimmt, deren magnetische Constante k nach Quincke 329 beträgt. Kleine Variationen der Feldstärke wurden nach dem Gange einer in der Entfernung aufgestellten geaichten Bussole in Rechnung gezogen.

Namen des Gases	Feldstärke *C. G. S.*	Beobachtete Verschiebung in Scalentheilen	Drucksäule in Millimetern	Beobachteter magnet. Druck in Gramm pro qcm.	Magnetische Constante $k\ 10^{10}$
Sauerstoff unrein ...	6600	20.0	0.0288	0.00231	0.530
(Vorversuch)	8030	28.9	0.0416	0.00333	0.517
Sauerstoff rein	7800	34.9	0.0503	0.00403	0.662
Stickoxyd	6400	2.6	0.0037	0.00030	0.120
Stickstoff rein	9100	— 11.9	— 0.0171	— 0.00137	— 0.165
Stickoxydul	9920	— 13.4	— 0.0193	— 0.00155	— 0.158
Wasserstoff	9730	— 14.5	— 0.0209	— 0.00167	— 0.176
Kohlensäure	10020	— 15.0	— 0.0216	— 0.00173	— 0.172
Kohlenoxyd	10100	— 11.7	— 0.0169	— 0.00135	— 0.132
Schwefelwasserstoff .	10100	— 15.4	— 0.0222	— 0.00178	— 0.175
Cyan	9920	— 15.6	— 0.0225	— 0.00180	— 0.183
Leuchtgas	9980	— 12.9	— 0.0186	— 0.00149	— 0.150

Die beiden ersten Versuche wurden mit verunreinigtem Sauerstoff angestellt und hatten nur den Zweck, zu constatiren, dass, wie bei

Flüssigkeiten, so auch bei Gasen die magnetischen Drucke den Quadraten der Feldstärken proportional sind. Dies ist in der That der Fall, da jene Quadrate etwa im Verhältniss 43 : 65 stehen, und die nach Formel 1. berechneten Werthe für k bis auf einen in die Fehlergrenzen fallenden Unterschied übereinstimmen.

Grössere Sorgfalt wurde auf den dritten und fünften Versuch mit reinem Sauerstoff und Stickstoff verwendet; ersterer war elektrolytisch,[1] letzterer aus Luft durch Anwendung von Pyrogallussäure und Natron dargestellt. Diese Beobachtungen können als vorläufige Probe für eine Beziehung dienen, welche durch das Verhalten schwach magnetischer Substanzen in Lösung, sowie besonders durch die von Plücker[2] und E. Becquerel[3] mit Sauerstoff, Stickstoff und Luft angestellten Wägungsversuche sehr wahrscheinlich gemacht ist, nämlich: dass die magnetische Druckwirkung der Gase, bezogen auf den leeren Raum, unter sonst gleichen Umständen dem Gasdrucke proportional ist, und dass in Gemischen chemisch indifferenter Gase die magnetischen Drucke sich addiren.

Seien k_o, k_n und k_l die unbekannten magnetischen Drucke, welche Sauerstoff, Stickstoff und Luft in der Feldeinheit auf die Flächeneinheit gegenüber dem Vacuum entwickeln würden, wenn diese Gase die dem normalen Atmosphaerendrucke entsprechende Dichte besitzen, so beobachtet man in Wirklichkeit durch die obigen Libellenversuche zwei Werthe A und B, welche durch die Gleichungen

$$2.\qquad k_o - k_l = A$$

und

$$3.\qquad k_n - k_l = B$$

definirt sind. Seien nun m und n die Partialdrucke (in Atmosphaeren ausgedrückt), welche Sauerstoff und Stickstoff in ihrer Mischung als Luft besitzen, so würde nach obiger Beziehung

$$4.\qquad k_l = m k_o + n k_n$$

sein, wobei

$$5.\qquad 1 = m + n$$

ist. Wegen Gleichung 5. ist es nicht möglich, aus 2., 3. und 4. die Werthe k_o und k_n zu rechnen; diese Grössen können überhaupt aus Gas-

---

[1] Das Gas enthielt nur eine durch den Geruch kaum wahrnehmbare Spur von Ozon.

[2] Plücker, Pogg. Ann. Bd. 83, S. 87 und Bd. 84, S. 161; 1851.

[3] Becquerel, Ann. de Chim. et de Phys. Bd. 44, S. 209; 1855. Vergl. auch Wiedemann, Elektricität, Bd. 3, S. 864 u. f.

gemischen bei unverändertem Gesammtdrucke nicht bestimmt werden. Wohl aber geben die Gleichungen die Bedingung

$$\frac{A}{B} = \frac{n}{m}.$$

Da A und B die beiden Werthe von k sind, welche nach der Tabelle für Sauerstoff und Stickstoff gefunden wurden, so folgt für das Verhältniss $\frac{n}{m}$ aus der magnetischen Beobachtung der Werth 4.0; in Wirklichkeit ist er 3.8; der Versuch kann daher als Bestätigung der vorausgesetzten Beziehung gelten.

Als nahezu rein kann auch noch wegen seiner Darstellung aus reinem Ammoniumnitrat das untersuchte Stickoxydul gelten; seine Constante stimmt mit derjenigen des Stickstoffs sehr nahe überein.

Die Untersuchung des magnetischen Stickoxydgases war umständlich, da das Petroleum vor der Einwirkung der höheren Oxyde des Stickstoffs geschützt werden musste. Daher wurde die Libelle zuerst mit Kohlensäure gefüllt und diese durch Stickoxyd verdrängt. Das Gas erwies sich als mit 17 Volumenprocenten Stickoxydul verunreinigt, und ergab aus den Beobachtungsdaten direct berechnet die magnetische Constante 0.073. Daraus wurde die in der Tabelle verzeichnete Grösse $k\,10^{10}$ des reinen Gases nach der Gleichung

$$83\,(k\,10^{10}) - 17\,.\,0.158 = 100\,.\,0.073\,,$$

welche aus der oben besprochenen Relation folgt, berechnet.

Für die übrigen Gase können die Zahlen der letzten Columne nur als erste Annäherung gelten, da dieselben, wenn auch vorsichtig dargestellt, auf ihre Reinheit nicht geprüpft wurden. Bei allen Beobachtungen wurde weder auf den Feuchtigkeitsgehalt des Gases, noch auf den Barometerstand Rücksicht genommen. Von den Unterschieden der Grösse k lässt sich wenigstens das eine bestimmt behaupten, nämlich dass sie in der Hauptsache nicht von Fehlern der Libellenablesung herkommen, und dass daher eine sorgfältige Wiederholung dieser oder ähnlicher Beobachtungen mit Berücksichtigung aller Correctionen nicht zwecklos erscheint.

Die älteren Beobachtungen von Faraday, Plücker und Becquerel lassen es noch zweifelhaft, wie sich Stickstoff, Stickoxydul und die meisten anderen Gase unserer Tabelle gegen den leeren Raum verhalten. Jedoch weiss man, dass der Magnetismus oder Diamagnetismus der beiden genannten Gase im Vergleich zum Magnetismus des Sauerstoffs sehr kleine Werthe hat. Man kann daher mit einiger Annäherung den Werth der Grösse $k\,10^{10}$ für Sauerstoff und Stickoxyd

mit Bezug auf den leeren Raum angeben, indem man zu den Ziffern der letzten Columne unserer Tabelle die Zahl + 0.16 hinzufügt, welche zugleich angenähert die magnetische Constante der Luft darstellen würde. Der Werth für Sauerstoff wird dann 0.82. Vergleicht man ihn mit dem Mittelwerthe der von Quincke beobachteten und gleichfalls auf den leeren Raum umgerechneten Zahlen für den Diamagnetismus des Wassers, so ergiebt sich das Verhältniss Wasser: Sauerstoff = — 10:2.0. Nach Becquerel folgte für das Verhältniss dieser Magnetismen aus Wägungsbeobachtungen — 10:1.82, aus Torsionsbeobachtungen — 10:1.91.

Von der enormen Kleinheit der in Rede stehenden Drucke in schwächeren Magnetfeldern kann man sich eine ungefähre Vorstellung verschaffen, wenn man nach der obigen Erörterung die Fläche rechnet, auf welche unsere Atmosphaere bei der mittleren Totalintensität des Erdmagnetismus für Deutschland (0.46 *CGS*) den magnetischen Druck 1^g ausübt. Diese Fläche beträgt ungefähr eine halbe Quadratmeile.

Schliesslich sei bemerkt, dass die oben beschriebene Versuchsanordnung von Toepler herrührt; derselbe hat auch die ersten Beobachtungen an Sauerstoff und Leuchtgas angestellt. Hennig setzte die Beobachtungen im Toepler'schen Laboratorium fort und ermittelte die in der Tabelle angegebenen Zahlen.

Nachtrag. Nachdem die obige Arbeit bereits für die Sitzungsberichte übergeben war, erfuhren wir durch gütige Mittheilung des Hrn. Quincke, dass derselbe seit 1884 eine magnetische Untersuchung der Gase selbst durchgeführt hat und demnächst die Ergebnisse zu veröffentlichen gedenkt, dass auch vorläufige Mittheilungen in den »Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg« vom 2. Mai 1884 und in einem Vortrage vor der British Association im verflossenen September stattgefunden haben. Letzterer Vortrag war uns unbekannt, und auch die erstere Notiz hatten wir leider nicht beachtet, was hauptsächlich daher kommt, dass in der Überschrift zu der eingangs citirten Abhandlung in Wiedemann's Annalen von 1885 gesagt ist: »Ein Theil der Resultate dieser Untersuchungen wurden der k. Akad. . . . . und dem naturhist.-med. Verein zu Heidelberg am 2. Mai 1884 mitgetheilt«, und dass in der Abhandlung selbst jene Notiz über Gase, die in dem Heidelberger Berichte vorkommt, nicht enthalten ist. Bei nachträglichem Vergleiche dieser Notiz mit unseren vorläufigen Resultaten finden wir allerdings keine grosse Übereinstimmung, was die ausgesprochene Ansicht über die Schwierigkeit der Beobachtungen bestätigt; unsere Ergebnisse, soweit

sie in Betracht kommen, schliessen sich eher an die älteren Beobachtungen von Faraday und Becquerel an. In Erwartung der in Aussicht stehenden, genaueren Resultate des Hrn. Quincke sei nur bemerkt, dass für die Fortsetzung unserer Beobachtungen die Absicht bestand, diejenigen Gase, deren Constanten bezüglich des Vacuums voraussichtlich klein sind, wie Stickstoff, Stickoxydul, Wasserstoff u. s. w. paarweise nach unserer Methode, und zwar in verdichtetem Zustande zu vergleichen. Es lässt sich hierzu, wie leicht einzusehen, mit einer verhältnissmässig einfachen Zuthat dieselbe Versuchsanordnung benutzen, deren Vortheile dann möglichst genaue Resultate erwarten lassen. Die Beziehung auf den leeren Raum würde dann durch besondere Untersuchung an einem einzelnen Gase herzustellen sein.

Über die Bewegungserscheinungen der Atmosphaere.

Von A. Oberbeck
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Siemens.)

I.

Die meteorologischen Beobachtungen der letzten Jahrzehnte haben eine Reihe bemerkenswerther Gesetze ergeben, welche hauptsächlich den Zusammenhang zwischen den Luftströmungen und dem Luftdruck in der Nähe der Erdoberfläche betreffen.

Einen vollständigen Einblick in den verwickelten Mechanismus der Luftbewegungen kann man allerdings erst dann zu erhalten hoffen, wenn man den Zustand der Atmosphaere auch in ihren höheren Schichten genauer kennt. Der Beobachtung desselben stellen sich indess grosse, vielleicht niemals ganz zu überwindende Schwierigkeiten entgegen. Dagegen ist wohl von einer umfassenden Mechanik der Atmosphaere die Ausfüllung dieser und mancher anderer Lücken in der Theorie der Luftbewegungen zu erwarten. Eine Übersicht über die bisherigen Leistungen auf diesem Gebiet giebt das Lehrbuch der Meteorologie von A. Sprung (Hamburg 1885), eine Übersicht, aus der hervorgeht, dass nur einzelne, speciellere Probleme eine befriedigende Lösung gefunden haben.

Die Grundzüge einer rationellen Mechanik der Atmosphaere sind in der Abhandlung von W. Siemens: »Die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde«[1] gegeben. Es schien mir lohnend, die dort behandelten Fragen mathematisch weiter zu verfolgen und eine möglichst allgemeine Theorie der Luftbewegungen zu entwickeln. Die bisher von mir erhaltenen Resultate sind in dieser Abhandlung zusammengestellt.

Bei der Grösse und der Schwierigkeit der zu bewältigenden Aufgabe habe ich mich zunächst auf die Berechnung der Luftströmungen

[1] Diese Berichte, 1886, 1. Hlbbd., S. 261—275.

beschränkt. Später soll eine entsprechende Untersuchung der Druckvertheilung folgen. Auch sollen die Bewegungserscheinungen hier als stationär angenommen werden. Doch habe ich mich sonst bemüht, die Rechnung so anzulegen, dass dieselbe jedem Zustand der Atmosphaere angepasst und ebenso auf die grossen Strömungen zwischen Pol und Aequator (die atmosphaerische Circulation) als auch auf einzelne Cyclonen oder Anticyclonen angewendet werden kann.

Um die Brauchbarkeit der erhaltenen Formeln zu erproben, ist das erste der zuletzt erwähnten Probleme vollständig gelöst worden.

Ich beginne mit einer Zusammenstellung der Factoren, von welchen die Bewegung der Atmosphaere abhängt und mit einer Besprechung der Art und Weise, wie ich dieselben in die Rechnung eingeführt habe.

II.

1. Da die letzte Ursache der Luftbewegungen in der Wirkung der Schwere und in den Temperaturdifferenzen der Atmosphaere zu suchen ist, so musste die Anziehung der Erde als treibende Kraft in den Bewegungsgleichungen vorkommen. Doch genügt es hier vollständig, die Erde als homogene Kugel anzusehen.

2. Die Temperatur der Atmosphaere soll eine Function des Ortes, von der Zeit aber unabhängig sein. Die letzte Bedingung ist nothwendig, sobald man sich auf stationäre Bewegungen beschränkt. Für die Temperatur T soll ferner die analytische Bedingung:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \Delta T = 0$$

gelten.

Diese Gleichung folgt bekanntlich aus der Annahme, dass sich die Wärme in dem betreffenden Medium nach den Gesetzen der Wärmeleitung verbreitet. Wenn ich nun auch keineswegs der Meinung bin, dass gerade die Wärmeleitung hauptsächlich den Abfluss der Wärme von der Erdoberfläche durch die Atmosphaere in den Weltenraum bedingt, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass die Gesammtheit aller hier in Betracht kommenden Erscheinungen: Leitung, Strahlung von der Erdoberfläche mit partieller Absorption in der Atmosphaere, verticale Convectionsströme u. s. w. eine der Wärmeleitung analoge Temperaturvertheilung hervorbringen werden.

3. Der Einfluss der Erddrehung kann nach den Regeln der Mechanik durch eine ablenkende Kraft ausgedrückt werden, so dass nach Einführung derselben die Erde als ruhend angesehen werden kann.

4. Ferner ist die Reibung zu berücksichtigen, da ohne dieselbe die atmosphaerischen Strömungen bei fortdauernder Wirkung beschleunigender Kräfte unendlich grosse Geschwindigkeiten erhalten würden. Die bisherigen Versuche eine correcte, vor Allem eine entwickelungsfähige Theorie der Luftbewegungen zu geben, sind nach meiner Ansicht an der ungenügenden oder unrichtigen Einführung der Reibung gescheitert. Ich bin bei der einfachsten Annahme stehen geblieben, bei der Annahme, dass dieselben Reibungsgesetze für die atmosphaerischen Strömungen gelten, welche man bei den Flüssigkeitsbewegungen auch sonst als richtig ansieht. Doch will ich damit nicht behaupten, dass auch derselbe Zahlencoëfficient zu benutzen wäre, den die Laboratorienversuche mit Ausschluss aller störenden Nebenumstände für die Reibung der Luft ergeben. Vielmehr werden im Allgemeinen neben den grossen, horizontalen Strömungen kleine verticale Strömungen localer Natur verlaufen, welche die Reibung vergrössern. An der Erdoberfläche kann die Luft entweder fest haften oder mit mehr oder weniger Widerstand gleiten. In den Grenzgleichungen wird dies bekanntlich durch eine Zahl, den Gleitungscoëfficienten ausgedrückt, dessen Werth zwischen 0 und ∞ liegen kann.

5. Die Dichtigkeit der Luft muss als von der Temperatur abhängig angesehen werden, da ja hierauf die eigentliche Ursache der Strömungen beruht. Bei der Gleichung der Continuität habe ich aber kein Bedenken getragen, denjenigen einfacheren Ausdruck zu benutzen, welcher für incompressible Flüssigkeiten gilt. Der hierdurch gemachte Fehler kann dadurch ausgeglichen werden, dass man sich die gefundene Geschwindigkeit an Orten, wo die Dichtigkeit unter der durchschnittlichen liegt, entsprechend vergrössert, an solchen, wo sie die durchschnittliche übersteigt, verkleinert denkt.

6. Ein hydrodynamisches Problem ist nur dann vollständig bestimmt, wenn die Flüssigkeit einen begrenzten Raum einnimmt und ihr Verhalten an allen Grenzflächen bekannt ist. Ich habe daher angenommen, dass die Atmosphaere ausser der Erdoberfläche durch eine zweite, derselben concentrische Kugelschale begrenzt wird. Die Entfernung der beiden Kugelflächen, welche ich kurz als Höhe der Atmosphaere bezeichnen will, kann unbestimmt bleiben. Dieselbe ist aber jedenfalls sehr klein im Vergleich zum Erdradius. Die eben besprochene Annahme soll übrigens nur ausdrücken, dass bei einer gewissen Höhe über der Erdoberfläche die radialen oder verticalen Ströme sehr klein werden oder vielmehr, wenn sie auch noch vorhanden sind, einen verschwindend kleinen Einfluss auf die übrigen Bewegungen ausüben. Dies ist aber sicher der Fall, da ja in sehr grosser Höhe die Dichtigkeit sehr klein ist. Da ausserdem ange-

nommen wird, dass die Luft an der oberen Schale ungehindert gleiten kann, so liegt in der Einführung einer solchen Grenzfläche meines Erachtens keine dem wirklichen Vorgang widersprechende Beschränkung der Luftbewegungen.

III.

Für die Hauptgleichungen des Problems mögen die folgenden Bezeichnungen gelten. Die Lage eines Punktes der Atmosphaere ist durch rechtwinklige Coordinaten x, y, z bestimmt. Der Erdmittelpunkt sei Anfangspunkt, die Erdaxe, in der Richtung zum Nordpol, die positive z-Axe. Die positiven Richtungen der beiden anderen Axen sollen so gewählt sein, dass die y-Axe im Sinne des Uhrzeigers, vom Nordpol aus gesehen, um 90° gedreht werden muss, um in die x-Axe zu fallen.

Es seien ferner:

u, v, w die Geschwindigkeitscomponenten,
p der Druck,
μ die Dichtigkeit,
k der Reibungscoëfficient,
G die Beschleunigung der Schwere,
R der Erdradius,
r die Entfernung eines Punktes vom Erdmittelpunkt,
ε die Winkelgeschwindigkeit der Erde.

Dann ist:

$$(1.)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dt} = GR^2 \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} - \dfrac{1}{\mu}\dfrac{\partial p}{\partial x} + \dfrac{k}{\mu}\Delta u + 2\varepsilon v, \\[2ex] \dfrac{dv}{dt} = GR^2 \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y} - \dfrac{1}{\mu}\dfrac{\partial p}{\partial y} + \dfrac{k}{\mu}\Delta v - 2\varepsilon u, \\[2ex] \dfrac{dw}{dt} = GR^2 \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z} - \dfrac{1}{\mu}\dfrac{\partial p}{\partial z} + \dfrac{k}{\mu}\Delta w, \quad \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} + \dfrac{\partial w}{\partial z} = 0. \end{cases}$$

Da nach dem Mariotte-Gayhussae'schen Gesetz

$$\frac{p}{\mu} = \frac{p_0}{\mu_0}(1 + \alpha T)$$

ist, so kann man:

$$\frac{1}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{p_0}{\mu_0}(1 + \alpha T)\frac{\partial \log p}{\partial x}$$

setzen. Der Nullpunkt der Temperatur ist willkürlich. Am zweckmässigsten würde man für denselben die Mitteltemperatur der Atmosphaere nehmen. Bezeichnet man mit c die Newton'sche Schallgeschwindigkeit, so ist:

$$\frac{p_0}{\mu_0} = c^2.$$

Nach Einführung dieser Ausdrücke in die Hauptgleichungen denke man sich dieselben durch: $1 + \alpha T$ dividirt. Abgesehen von demjenigen Glied, in welchem die Schwere vorkommt, kann man von dem Einfluss des Factors $\frac{1}{1 + \alpha T}$ absehen. In dem eben erwähnten Glied setze man in erster Annäherung für denselben: $1 - \alpha T$. Es sei ferner:

$$\frac{k}{\mu} = \varkappa.$$

Dann giebt die erste der Bewegungsgleichungen:

$$\frac{du}{dt} = (1 - \alpha T)\, GR^2 \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} + \varkappa \Delta u + 2\varepsilon v.$$

Wäre die Temperatur der Atmosphaere nur von der Höhe über der Erdoberfläche abhängig, also eine Function von r allein, so würden diese Gleichungen durch: $u, v, w = 0$, zu erfüllen sein. Die Atmosphaere könnte dann im Gleichgewicht sein. Setzt man daher:

$$T = T_0 + T_1,$$

worin T_0 eine Function von r allein ist, T_1 aber auch von der Länge und Breite abhängt, so ist zunächst:

$$T_0 \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} = -\frac{\partial}{\partial x} \int \frac{T_0}{r^2}\, dr,$$

ferner:

$$T_1 \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} = \frac{\partial \frac{T_1}{r}}{\partial x} - \frac{1}{r} \frac{\partial T_1}{\partial x}.$$

Endlich möge gesetzt werden:

$$p = p_1 \cdot (1 + \nu).$$

Die Grösse ν giebt dann diejenigen Veränderungen des Drucks, welche durch die Bewegungserscheinungen veranlasst werden. Da ν klein ist im Vergleich zu 1, so kann man für $\log\, (1 + \nu)$ die Grösse ν selbst setzen.

Hiernach giebt die erste Hauptgleichung:

$$\frac{du}{dt} = GR^2 \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \frac{1-\alpha T_1}{r} + \alpha \int \frac{T_0}{r^2}\, dr \right\} - c^2 \frac{\partial \log p_1}{\partial x} - c^2 \frac{\partial \nu}{\partial x} + \varkappa \Delta u + 2\varepsilon v.$$

Nach Umformung der beiden anderen Gleichungen in derselben Weise, kann gesetzt werden:

$$(2.) \qquad c^2 \lg p_1 = \text{Const} + GR^2 \left\{ \frac{1-\alpha T_1}{r} + \alpha \int \frac{T_0}{r^2}\, dr \right\}.$$

Diese Gleichung giebt die Abnahme des Drucks in grösseren Höhen über der Erdoberfläche und kann für kleinere Höhenunterschiede leicht in die gewöhnliche Gleichung der barometrischen Höhenmessung übergeführt werden.

Für die Bewegungserscheinungen bleibt dann das Gleichungssystem:

$$(3.) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{du}{dt} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial x} - c^2 \frac{\partial \nu}{\partial x} + \varkappa \Delta u + 2\varepsilon v, \\ \frac{dv}{dt} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial y} - c^2 \frac{\partial \nu}{\partial y} + \varkappa \Delta v - 2\varepsilon u, \\ \frac{dw}{dt} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial z} - c^2 \frac{\partial \nu}{\partial z} + \varkappa \Delta w, \\ & \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \end{aligned} \right.$$

Man kann nun zuerst diejenigen Stromcomponenten berechnen, welche nur von den Temperaturdifferenzen herrühren; sodann diejenigen, welche durch die Rotation der Erde hervorgebracht werden. Setzt man: $u = u_1 + u_2$, $v = v_1 + v_2$, $w = w_1 + w_2$, $\nu = \nu_1 + \nu_2$, so sind zunächst die beiden Gleichungssysteme zu behandeln:

$$\begin{aligned} c^2 \frac{\partial \nu_1}{\partial x} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial x} + \varkappa \Delta u_1, \\ c^2 \frac{\partial \nu_1}{\partial y} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial y} + \varkappa \Delta v_1, \\ c^2 \frac{\partial \nu_1}{\partial z} &= \frac{\alpha GR^2}{r} \frac{\partial T_1}{\partial z} + \varkappa \Delta w_1, \end{aligned}$$

und:

$$\begin{aligned} c^2 \frac{\partial \nu_2}{\partial x} &= 2\varepsilon v_1 + \varkappa \Delta u_2, \\ c^2 \frac{\partial \nu_2}{\partial y} &= -2\varepsilon u_1 + \varkappa \Delta v_2, \\ c^2 \frac{\partial \nu_2}{\partial z} &= \varkappa \Delta w_2. \end{aligned}$$

Es bleiben dann noch die weiteren, nicht mehr linearen Gleichungen:

$$c^2 \frac{\partial \nu_3}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = 2\varepsilon v_2,$$

$$c^2 \frac{\partial \nu_3}{\partial y} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = - 2\varepsilon u_2,$$

$$c^2 \frac{\partial \nu_3}{\partial z} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

welche hauptsächlich zur Berechnung der durch die Bewegung hervorgebrachten Druckänderungen dienen werden.

Die beiden ersten Gleichungssysteme sind linear. Wenn daher T_1 aus einer Summe von Gliedern besteht, so erhält man entsprechende Summen für die Geschwindigkeitscomponenten.

Die Lösungen werden sehr einfach, wenn man T_1 in eine Reihe nach Kugelfunctionen entwickelt.

Setzt man:

$$T_1 = \Sigma \left\{ A_n r^n + \frac{A'_n}{r^{n+1}} \right\} p_n,$$

ferner zur Abkürzung:

$$\beta = \alpha G R^2,$$

und bezeichnet ein Glied der Reihe mit der zugehörigen Constanten durch Q, so sind die Lösungen der beiden Gleichungssysteme:

$$(4.)\quad \begin{cases} u_1 = \dfrac{\beta}{\varkappa} \left\{ E \dfrac{\partial Q}{\partial x} + \dfrac{\partial (QF)}{\partial x} \right\}, \\ v_1 = \dfrac{\beta}{\varkappa} \left\{ E \dfrac{\partial Q}{\partial y} + \dfrac{\partial (QF)}{\partial y} \right\}, \\ w_1 = \dfrac{\beta}{\varkappa} \left\{ E \dfrac{\partial Q}{\partial z} + \dfrac{\partial (QF)}{\partial z} \right\}, \\ c^2 \nu_1 = \beta \left\{ \Delta (QF) + a Q \right\}. \end{cases}$$

Hierin sind E und F Functionen von r allein, welche den Differentialgleichungen:

$$(5.)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d^2 E}{dr^2} + \dfrac{2}{r} \dfrac{dE}{dr} \right) \dfrac{\partial Q}{\partial r} + 2 \dfrac{dE}{dr} \dfrac{\partial^2 Q}{\partial r^2} = \dfrac{\partial Q}{\partial r} \left(- \dfrac{1}{r} + a \right), \\ \left(\dfrac{d^2 F}{dr^2} + \dfrac{2}{r} \dfrac{dF}{dr} \right) Q + 2 \dfrac{\partial Q}{\partial r} \left(\dfrac{dF}{dr} + \dfrac{dE}{dr} \right) = 0 \end{cases}$$

genügen müssen. Die Constante a musste hinzugefügt werden, um bei der Berücksichtigung der Grenzbedingungen die erforderliche

Anzahl von Constanten zu erhalten. Die von der Endrotation herrührenden Glieder sind:

$$(6.)\quad \begin{cases} u_2 = \dfrac{2\varepsilon\beta}{\varkappa^2}\left\{-\left(J\dfrac{\partial Q}{\partial y} + \dfrac{\partial(QH)}{\partial y}\right) + \dfrac{\partial K}{\partial x}\right\}, \\ v_2 = \dfrac{2\varepsilon\beta}{\varkappa^2}\left\{+J\dfrac{\partial Q}{\partial x} + \dfrac{\partial(QH)}{\partial x} + \dfrac{\partial K}{\partial y}\right\}, \\ w_2 = \dfrac{2\varepsilon\beta}{\varkappa^2}\cdot\dfrac{\partial K}{\partial z}. \\ c^2\nu_2 = \dfrac{2\varepsilon\beta}{\varkappa}\Delta K. \end{cases}$$

Auch hier sind J und H Functionen von r allein, welche den Differentialgleichungen:

$$(7.)\quad \begin{cases} \left(\dfrac{d^2J}{dr^2} + \dfrac{2}{r}\dfrac{dJ}{dr}\right)\dfrac{\partial Q}{\partial r} + 2\dfrac{dJ}{dr}\dfrac{\partial Q}{\partial r} = \dfrac{\partial Q}{\partial r}(E-b). \\ \left(\dfrac{d^2H}{dr^2} + \dfrac{2}{r}\dfrac{dH}{dr}\right)Q + 2\dfrac{dH}{dr}\dfrac{\partial Q}{\partial r} = Q(F+b) \end{cases}$$

genügen müssen. Die Constante b musste aus dem oben angegebenen Grunde auch hier hinzugefügt werden.

Die Function K ist aus der Gleichung:

$$(8.)\qquad \Delta K + \frac{dJ}{dr}\left(\frac{\partial Q}{\partial y}\frac{x}{r} - \frac{\partial Q}{\partial x}\frac{y}{r}\right) = 0$$

zu berechnen.

Aus der letzten Gleichung folgt, dass von der Einführung der Function K abgesehen werden kann, wenn die Temperatur der Atmosphaere symmetrisch um die Erdaxe angenommen wird. In diesem Fall ist $w_2 = 0$, und die von der Erddrehung herrührende Bewegung besteht ausschliesslich aus einer von der geographischen Breite und von der Höhe über der Erdoberfläche abhängenden Rotationsbewegung.

Um für einen bestimmten Ort der Atmosphaere die Luftströmungen in der üblichen Weise darzustellen, sollen statt der Componenten u, v, w eingeführt werden:

die nach oben positiv gerechnete Verticalcomponente V,
und die beiden Horizontalcomponenten N und O, von denen die erstere eine nach Norden, die letztere eine nach Osten gerichtete Bewegung darstellen soll.

Bezeichnet man für den betreffenden Ort das Complement der geographischen Breite mit ϑ, die Länge von einem beliebigen Meridian an gerechnet mit ψ, so ist:

$$(9.)\quad \begin{cases} V = \{u\cos\psi + v\sin\psi\}\sin\vartheta + w\cos\vartheta\,, \\ N = -\{u\cos\psi + v\sin\psi\}\cos\vartheta + w\sin\vartheta\,, \\ O = -u\sin\psi + v\cos\psi\,. \end{cases}$$

Ist demnach die Temperaturvertheilung gegeben, sind ferner die eingeführten Functionen E, F, J, H, K mit Rücksicht auf die Grenzbedingungen bestimmt, so enthalten die letzten Formeln (4.), (6.), (9.) die allgemeine Lösung des Problems, soweit dieselbe zunächst in Aussicht genommen war.

IV.

Wenn man versucht, die Temperaturvertheilung an der Erdoberfläche durch eine Reihe nach Kugelfunctionen darzustellen, so ist jedenfalls das wichtigste Glied eine Kugelfunction zweiter Ordnung. Wir werden daher in erster Annäherung setzen:

$$T_1 = \left(Ar^2 + \frac{A'}{r^3}\right)(1 - 3\cos^2\vartheta)\,.$$

Diese Function drückt bei passender Bestimmung der Constanten den grossen Temperaturgegensatz zwischen dem Aequator und dem Pole aus. Will man dem Wechsel der Jahreszeiten Rechnung tragen, so müsste man zunächst Kugelfunctionen erster Ordnung heranziehen. Die Berücksichtigung der verschiedenen Beschaffenheit der Erdoberfläche würde natürlich weitere Glieder erfordern, welche auch von der geographischen Länge abhängen.

Ich habe mich zunächst auf die Berechnung für die oben angegebene Temperaturvertheilung beschränkt, und setze noch:

$$Q = Ar^2(1 - 3\cos^2\vartheta)\,,$$
$$Q' = \frac{A'}{r^3}(1 - 3\cos^2\vartheta)\,.$$

Dann sind die Functionen E, F, H, J mit Benutzung von Q und entsprechende E', F', H', J' bei Anwendung von Q' zu berechnen.

Man erhält zunächst die allgemeinen Ausdrücke:

$$V = \frac{\alpha G R^2}{\varkappa}(1 - 3\cos^2\vartheta)\left[A\left\{r^2\frac{dF}{dr} + 2r(F+E)\right\} + \frac{A'}{r^4}\left\{r\frac{dF'}{dr} - 3(E'+F')\right\}\right]$$

$$N = -\frac{\alpha G R^2}{\varkappa}\,6\cos\vartheta\cdot\sin\vartheta\left\{Ar(F+E) + \frac{A'}{r^4}(F'+E')\right\}$$

$$O = \frac{\alpha G R^2\, 2\varepsilon}{\varkappa^2}\sin\vartheta\left[(1 - 3\cos^2\vartheta)\left\{Ar\left(r\frac{dH}{dr} + 2(H+J)\right)\right.\right.$$
$$\left.\left. + \frac{A'}{r^4}\left(r\frac{dH'}{dr} - 3(H'+J')\right)\right\} + 6\cos^2\vartheta\left\{Ar(H+J) + \frac{A'}{r^4}(H'+J')\right\}\right].$$

Die wirkliche Berechnung der eingeführten Functionen mit Berücksichtigung der Grenzbedingungen giebt schwer zu discutirende Resultate. Dieselbe vereinfacht sich aber sehr, wenn man von dem Umstande Gebrauch macht, dass die Atmosphaere eine sehr dünne Schale im Vergleich zu der Erdkugel erfüllt, dass also die Entfernungen von der Erdoberfläche klein sind im Vergleich zum Erdradius.

Setzt man:

$$r = R(1+\sigma),$$

so ist σ jedenfalls klein gegen 1. Führt man diese Grösse in die oben stehenden Gleichungen ein und setzt:

$$r\frac{dF}{dr} + 2(E+F) = Rf(\sigma)\,,\quad F+E = R\phi(\sigma),$$
$$r\frac{dF'}{dr} - 3(E'+F') = Rf'(\sigma)\,,\quad F'+E' = R\phi'(\sigma),$$
$$r\frac{dH}{dr} + 2(H+J) = R^3 g(\sigma)\,,\quad H+J = R^3\gamma(\sigma),$$
$$r\frac{dH'}{dr} - 3(H'+J') = R^3 g'(\sigma)\,,\quad H'+J' = R^3\gamma'(\sigma),$$

so kann man bei Beschränkung auf die Glieder niedrigster Ordnung einfache Ausdrücke für diese Functionen erhalten. Man findet zunächst, dass die Functionen f und f', ϕ und ϕ' u. s. w. identisch werden.

Ferner kann man die beiden Constanten A und A', welche dann in der Verbindung:

$$AR^2 + \frac{A'}{R^3}$$

auftreten, durch die Temperaturen der Erdoberfläche am Aequator: T_a und am Pol: T_p ausdrücken. Es ist:

$$\tfrac{1}{3}(T_a - T_p) = AR^2 + \frac{A'}{R^3}.$$

Endlich setze man:

$$C = \frac{\alpha G R^2}{\varkappa}\cdot\tfrac{1}{3}(T_a - T_p),$$
$$D = \frac{\alpha G R^4}{\varkappa^2}\,2\varepsilon\cdot\tfrac{1}{3}(T_a - T_p).$$

Die Werthe dieser beiden Constanten lassen sich nicht in Zahlen angeben, da, wie früher bemerkt, der Reibungscoëfficient $\varkappa$ nicht mit dem aus Laboratorienversuchen gefundenen Reibungscoëfficienten über-

einstimmen wird. Jedenfalls ist D erheblich grösser als C, da in D die vierte, in C nur die zweite Potenz des Erdradius auftritt.

Hiernach sind die Bewegungscomponenten der Atmosphaere:

$$V = C(1 - 3\cos^2\vartheta)\cdot f(\sigma),$$
$$N = -C\cdot 6\cdot\cos\vartheta\cdot\sin\vartheta\cdot\phi(\sigma),$$
$$O = D\sin\vartheta\,\{1 - 3\cos^2\vartheta)\cdot g(\sigma) + 6\cos^2\vartheta\cdot\gamma(\sigma)\}.$$

Nimmt man für die oben definirte Höhe der Atmosphaere: $R\cdot h$, so sind die vier Functionen f, ϕ, g, γ so zu bestimmen, dass sie die vorgeschriebenen Grenzbedingungen für $\sigma = 0$, und $\sigma = h$ erfüllen. Ich habe die Berechnung derselben für den allgemeinsten Fall durchgeführt, dass an der oberen Grenze vollkommenes Gleiten, an der unteren Gleiten mit Reibungswiderstand stattfindet. Zweifellos ist aber der Zustand der Atmosphaere an der Erdoberfläche dem Haften viel näher als dem freien Gleiten, so dass ich hier nur die Lösungen für diesen Fall mittheilen will. Dann ist zwar die Bewegung an der Erdoberfläche selbst überall Null. Man wird aber für dieselbe sehr wohl die Bewegung in geringer Höhe, d. h. für kleine Werthe von σ, substituiren können. Für die vier Functionen erhält man folgende Ausdrücke:

$$f(\sigma) = \frac{\sigma}{8}(h-\sigma)\,(3h\sigma - \sigma^2),$$

$$\phi(\sigma) = \frac{\sigma}{48}\{6h^2 - 15h\sigma + 8\sigma^2\},$$

$$g(\sigma) = \frac{\sigma}{480}\{-9h^5 + 15h^2\sigma^3 - 15h\sigma^4 + 4\sigma^5\},$$

$$\gamma(\sigma) = \frac{\sigma}{960}\{20h^2\sigma^2 - 25h\sigma^3 + 8\sigma^4\}.$$

Hiernach ergiebt sich das folgende Bild der atmosphaerischen Circulationsströmungen, welches in den Hauptpunkten mit den Angaben von W. Siemens übereinstimmt:

1. Strömungen bei einer Erdkugel ohne Rotation.

Dieselben bestehen aus Strömungen in den Meridianen und aus verticalen Bewegungen.

a) Die Meridianströmung ist auf der nördlichen Halbkugel unten südlich, oben nördlich, da die Function ϕ ihr Vorzeichen wechselt, wenn σ von 0 bis h wächst. Sie erreicht ihren grössten Werth bei 45° und verschwindet am Aequator und an den Polen.

b) Die Verticalströmung ist an der Erdoberfläche und an der oberen Grenze der Atmosphaere Null.

Vom Aequator bis zu 35° 16′ nördlicher und südlicher Breite ist der Luftstrom positiv d. h. aufsteigend, in höheren Breiten absteigend. Seine Geschwindigkeit ist an den Polen doppelt so gross, als am Aequator.

Bei Vergleichung der Ausdrücke für $f(\sigma)$ und $\phi(\sigma)$ zeigt sich, dass erstere Function die kleinen Grössen h und σ in der vierten, letztere in der dritten Potenz enthält. Die Verticalströmung verhält sich daher, der Grössenordnung nach, zu der Horizontalströmung wie $h:1$ oder wie die Höhe der Atmosphaere zum Erdradius. Hiernach ist kaum anzunehmen, dass es gelingen wird, die verticale Strömung direct zu beobachten. Ihre grosse Wirkung beruht darauf, dass sie sich über weitausgedehntere Flächen erhebt bez. senkt.

2. Strömungen in Folge der Rotation der Erde.

Dieselben bestehen bei der hier zu Grunde liegenden Annahme über die Temperaturvertheilung ausschliesslich aus Bewegungen in den Parallelkreisen. Entsprechend den beiden Gliedern in O, wollen wir unterscheiden:

a. Die von der Function $g(\sigma)$ abhängende Bewegung. Da diese Function durchweg negativ ist, so ist zunächst am Aequator die Bewegung nach Westen gerichtet. Sie wechselt ihr Vorzeichen unter 35° 16′ Breite und geht dann in eine nach Osten gerichtete Bewegung über.

b. Die zweite Strömung ist am Aequator Null, erreicht ein Maximum unter 54° 44′ Breite und ist ausschliesslich nach Osten gerichtet. Beide Strömungen verschwinden an den Polen.

Die beiden Bewegungen a. und b. unterscheiden sich nun wesentlich dadurch, dass $\gamma(\sigma)$ erst für grössere Werthe von σ von Null sich unterscheidet. Es ist also eine Strömung, die nur in den höheren Schichten der Atmosphaere auftritt. Dafür ist aber die Function g von einer höheren Ordnung für die kleinen Grössen h und σ wie γ. In grosser Höhe muss daher die Strömung b. die Strömung a. an Geschwindigkeit ausserordentlich übertreffen.

Die Componenten 1^a und 2^a setzen sich an der Erdoberfläche zu denjenigen regelmässigen Luftbewegungen zusammen, welche man als die unteren Passatwinde bezeichnet. Auf den Oceanen, wo diese Windsysteme sich in der hier angenommenen Weise ohne den Einfluss der Continente frei ausbilden können, ist der Verlauf derselben in guter Übereinstimmung mit den Resultaten der Theorie. So ist auf der nördlichen Halbkugel vorherrschend: zwischen 0° und 35°

Ost bis Nordost, bei 35° nahezu Nord oder überhaupt nur schwacher Wind, in höheren Breiten Nordwest bis West.

Es geht daraus hervor, dass die beiden Strömungen 1^a und 1^b von derselben Grössenordnung sind und mässige Winde in den unteren Schichten der Atmosphaere ergeben. Da nun Strömung 2^b im Vergleich zu 2^a von einer anderen Grössenordnung, so ist erstere, allerdings erst in den höheren Schichten der Atmosphaere, die bei weitem intensivste aller Luftströmungen.

Indem sich diese Componente mit dem Oberstrom von 1^a combinirt, liefert sie in den Tropen den südwestlichen, oberen Passat. In höheren Breiten muss die reine Westströmung überwiegen. Soweit mir bekannt, stimmen hiermit die Beobachtungen der höchsten Wolken überein, welche vorherrschend Westwind anzeigen. Dass gerade die eben besprochene Rotationsströmung eine grosse Geschwindigkeit erlangt, hat darin seinen Grund, dass dieselbe die Erde umkreisen kann, ohne durch die Reibung an einem unteren Gegenstrom gehindert zu werden, wie dies z. B. bei den Meridianströmen der Fall ist. Wie auch schon W. Siemens hervorgehoben hat, halte auch ich es für wahrscheinlich, dass wir in dieser mächtigen, oberen Strömung die Hauptquelle der Energie auch für unsere Windsysteme in den tieferen Schichten zu suchen haben.

Über die Bestimmung der Bewegung von Sternen im Visionsradius durch spectrographische Beobachtung.

Von Prof. H. C. Vogel
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Auwers am 23. Februar [s. oben S. 307].)

(Hierzu Taf. II.)

Unter den Anwendungen, welche das Spectroskop als Hülfsmittel astronomischer Untersuchungen erfahren hat, ist unstreitig die Beobachtung von Verschiebungen der Spectrallinien zur Ermittelung der Bewegung von Sternen im Visionsradius von besonderer Bedeutung. Huggins war der erste, der im Jahre 1868 aus der Verschiebung der F-Linie im Sirius-Spectrum gegen die entsprechende Linie des Wasserstoffs in einer Geissler'schen Röhre die Bewegung des Sirius in Bezug auf unser Sonnensystem nach Sinn und Grösse zu bestimmen suchte. Im Jahre 1871 gelang es mir auf der Sternwarte zu Bothkamp, die Huggins'sche Beobachtung am Sirius zu bestätigen. Ich fand in guter Übereinstimmung mit Huggins eine Verschiebung der Sternlinie nach der Seite der weniger brechbaren Strahlen, aus welcher geschlossen werden konnte, dass die Entfernung des Sterns von der Sonne mit einer Geschwindigkeit von 9 Meilen zunimmt. Ähnliche Beobachtungen, am Procyon angestellt, ergaben eine Bewegung in demselben Sinne mit einer Geschwindigkeit von etwa 13 Meilen. Im September und October des Jahres 1872 suchte ich wiederholt die Bewegung von α Lyrae und α Aquilae zu ermitteln (Astr. Nachr. Nr. 1693). Später hat Huggins an einer grösseren Anzahl von Sternen sorgfältige Messungen ausgeführt, und seit einigen Jahren sind derartige Beobachtungen in den Beobachtungsplan der Greenwicher Sternwarte aufgenommen worden.

Die Realität der beobachteten Verschiebungen und der daraus gezogenen Schlüsse wurde anfänglich von verschiedenen Seiten angezweifelt, da die Gültigkeit des Doppler'schen Princips für Lichtwellen nicht ohne Weiteres zu beweisen ist. Dass jedoch Linienverschiebungen im Sinne des Doppler'schen Princips bei Lichtquellen, deren Bewegungen bekannt sind, stattfinden, habe ich an den Spectren der verschiedenen Theile des Sonnenrandes im Jahre 1871 nachgewiesen, und später haben Beobachtungen an Planeten und stark sich bewegenden Cometen die Anwendbarkeit des Doppler'schen Princips auf Lichtwellen ausser Zweifel gesetzt.

Die Beobachtung der Linienverschiebungen in Sternspectren gehört zu den schwierigsten astronomischen Messungen und wird namentlich durch die Luftbeschaffenheit sehr stark beeinflusst. Daraus wird zu erklären sein, dass die in Greenwich gemachten Beobachtungen anfänglich sehr verschiedene und oft sogar bei Sternen mit starker Bewegung selbst in Bezug auf den Sinn der Bewegung einander widersprechende Resultate ergeben haben; denn da dieselben in grösserer Ausdehnung, als ein Theil des regelmässigen Beobachtungsplans gemacht sind, ist vielleicht nicht immer mit der in unserem Klima gebotenen Beschränkung in der Auswahl wirklich passender Nächte verfahren worden. Grössere Übung der Beobachter und wahrscheinlich sorgfältigere Berücksichtigung des Luftzustandes, besonders der Ruhe der Luft, eines Hauptfactors für das Gelingen einer brauchbaren Beobachtung, haben in letzterer Zeit zu etwas besseren Ergebnissen geführt. Immerhin aber blieb es wünschenswerth, dass diese Beobachtungen auch auf anderen Sternwarten angestellt würden, und schon lange beabsichtigte ich, derartige Messungen auf dem Potsdamer Institut wieder aufzunehmen. Meine früheren Beobachtungen hatten aber, obgleich sie gute Übereinstimmung zeigten, kein befriedigendes Gefühl hinterlassen; denn es ist bei denselben schwer, sich gänzlich frei von Voreingenommenheit zu machen. Diese wird sich im Wesentlichen zwar nur auf den Sinn der Linienverschiebung, nicht auf die Messung selbst beziehen; aber bei vielen Sternen ist die Bewegung eine so geringe, dass eine Entscheidung über den Sinn derselben durch Vergleichung der ruhenden Linie des künstlichen Spectrums mit den in steter scintillirender Bewegung begriffenen Sternspectrallinien schwer ist und keine Messungen sondern nur Schätzungen nach der Breite der Linien möglich sind.

Ich versprach mir von der Anwendung der Photographie auf diese Beobachtungen grosse Vortheile. Zunächst ist die photographische Beobachtung frei von Prädisposition, und dann war vorauszusehen, dass das, was für das Auge so ermüdend wirkt, einen

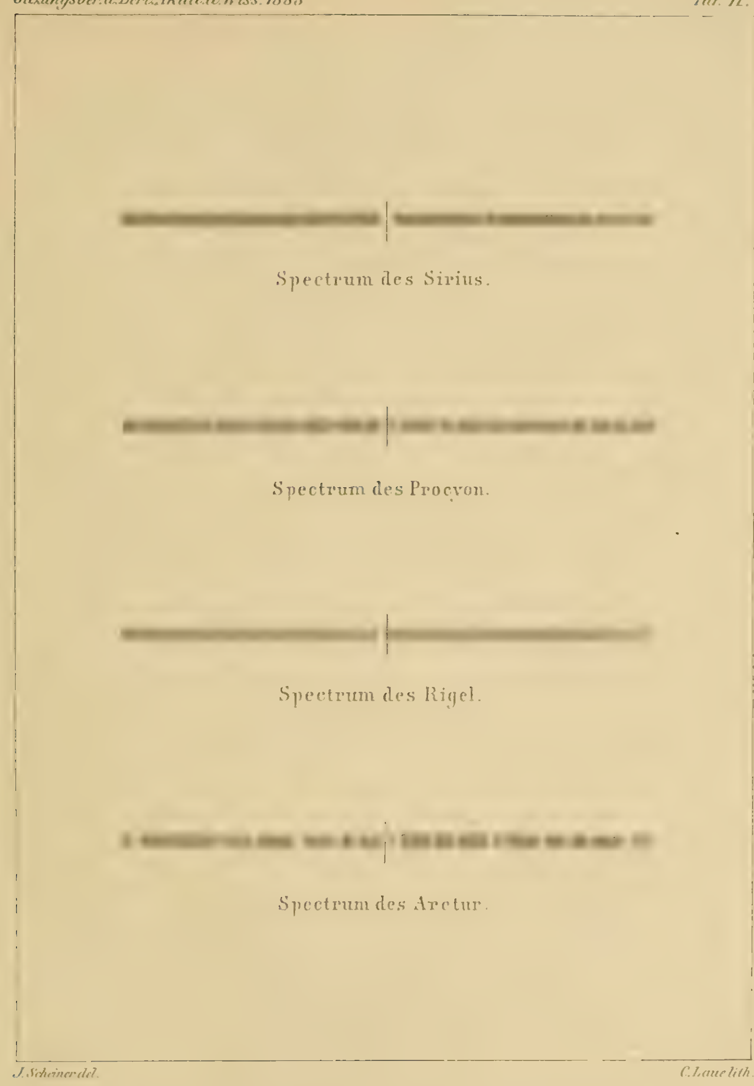
Mittelwerth aus den oscillirenden Bewegungen der Sternspectrallinien sich zu bilden und diesen mit der ruhenden Linie des künstlichen Spectrums in Vergleich zu bringen, auf photographischem Wege leichter gelingen würde. Obgleich ich bereits diese Beobachtungen seit einem Jahr geplant habe, bin ich doch erst vor Kurzem zu der Ausführung derselben gekommen, und sind meine Erwartungen nicht nur bestätigt, sondern erheblich übertroffen worden, indem sich gezeigt hat, dass die Unruhe der Luft nicht im entferntesten den Einfluss auf die Photographien ausübt, den sie auf die Ocularbeobachtungen hat, und dass ferner durch Hinzunahme anderer benachbarter Linien in den Sternspectren eine grössere Anzahl von Anhaltspunkten für die Bestimmung der Lage der von der ruhenden Lichtquelle erzeugten Spectrallinie sich gewinnen lässt, durch welche die Genauigkeit der Beobachtung sehr erheblich gesteigert werden kann. Die Möglichkeit, nach der oben angedeuteten Weise bei den Messungen zu verfahren, ist zwar auch bei den Ocularbeobachtungen denkbar, würde aber überaus viel schwieriger und zeitraubender sein als die Messungen auf der Platte.

Es sind nun bisher von Hrn. Dr. Scheiner wiederholte Aufnahmen des Spectrums von Sirius, Procyon, Castor, Arctur, Aldebaran, Pollux und Rigel gemacht worden, deren Ausmessung Resultate ergeben hat, welche im Einklang mit meinen früheren Messungen und mit denen von Huggins stehen.

Auf der beiliegenden Tafel gebe ich getreue Abbildungen der stark vergrösserten Spectra von Sirius, Procyon, Rigel und Arctur. Die in der Mitte befindliche dunkle, das Spectrum durchsetzende Linie ist die künstlich erzeugte, gleichzeitig mit dem Sternspectrum entstehende Wasserstofflinie $H\gamma$. Sie müsste, wäre der Stern nicht in Bewegung, in der Mitte der hellen (in Wirklichkeit dunklen) $H\gamma$-Linie des Sternspectrums stehen, letztere liegt jedoch auf den drei ersten Spectren weiter nach dem linken (rothen) Ende des Spectrums hin, bei Arctur nach dem rechten (violetten). Bei Procyon ist die Verschiebung so stark, dass der rechte Rand der Sternlinie mit der künstlich erzeugten Wasserstofflinie zusammenfällt, während bei Rigel, in dessen Spectrum die Wasserstofflinie $H\gamma$ sehr schmal ist, beide Linien sogar von einander getrennt erscheinen.

Bei der Zusammensetzung und Justirung des Apparats, der bei diesen Versuchen in Anwendung kam, ist mir Dr. Scheiner behülflich gewesen. Der Spectralapparat besteht aus zwei stark zerstreuenden Rutherford'schen Prismen, einem Collimator von 40^{cm} Brennweite und einem Beobachtungs-Fernrohr von gleicher Focallänge, dessen Ocular leicht mit einer kleinen photographischen Cassette aus-

gewechselt werden kann. Der Apparat ist so justirt, dass die Linie $H\gamma$ in die Mitte der Platte fällt. Bei den ersten Versuchen war die F-Linie ($H\beta$) in der Mitte; es zeigte sich aber, dass die actinische Wirkung in dieser Gegend des Spectrums zu schwach war. Im Übrigen habe ich die Vorsichtsmaassregeln, die ich schon bei Beschreibung der früheren Versuche angegeben habe, beibehalten. Die Geissler'sche Röhre befindet sich in dem vom Objectiv kommenden Strahlenkegel senkrecht auf der optischen Axe des Refractors 42^{cm} vom Spalt des Spectroskops entfernt. Der Spalt wird in die Richtung der täglichen Bewegung und die Röhre senkrecht, und nicht parallel zum Spalt gestellt, eine Vorsichtsmaassregel, auf deren Wichtigkeit ich schon früher aufmerksam gemacht habe, die aber keine genügende Beachtung gefunden zu haben scheint. Die Spaltebene selbst ist so genau als möglich in den Vereinigungspunkt derjenigen Strahlen ($H\gamma$) gestellt, welche photographirt werden sollen, und der Spalt ist stets möglichst eng gemacht. Eine Vorrichtung, den Stern während der Beobachtung in dem Spalt des Spectroskops zu halten, die darin besteht, das Reflexbild des Spalts an der vorderen Fläche des ersten Prismas durch ein kleines seitlich angebrachtes Fernrohr zu beobachten, ist meines Wissens bisher noch nicht angewandt worden, und scheint mir von allen bisherigen Methoden die grössten Vortheile zu gewähren. Der Spalt, durch die Geissler'sche Röhre erhellt, erscheint als feine leuchtende Linie, auf deren Mitte der Stern erglänzt, der auf diese Weise leicht in jeder beliebigen Stellung festgehalten werden kann. Eine Cylinderlinse ist nicht erforderlich, da die kleinen Schwankungen im Uhrwerk, welches das Fernrohr bewegt, das linienförmige Sternspectrum genügend verbreitern. Die Expositionszeiten lagen bei den bisherigen Versuchen zwischen einer halben Stunde und zwei Stunden; die Spaltweite betrug etwa $0^{mm}03$, entsprechend einem Bogenwerthe von $15''$. Über den Maassstab der Photographien will ich noch anführen, dass die Grösse von 1 Milliontel Millimeter Unterschied in der Wellenlänge $0^{mm}72$ entspricht; und da $0^{mm}01$ auf der Photographie noch gut messbar sind, wird sich die entsprechende Geschwindigkeit von einer geographischen Meile nachweisen lassen. Von Wichtigkeit dürfte es noch sein, hervorzuheben, dass eine Änderung der Dispersion mit der Temperatur, sowie überhaupt eine etwaige Veränderung des Apparats während der Beobachtung ohne jeden Einfluss auf die Verschiebung ist, indem gleichzeitig während der ganzen Expositionsdauer die Geissler'sche Röhre ihr Licht durch die Prismen auf die Platte sendet, also alle Änderungen Vergleichs- und Sternspectrum gleichmässig treffen werden.



J. Scheiner del. C. Laue lith.

H. C. Vogel, Bewegung von Sternen im Visionsradius.

Ich unterdrücke weitere Details über den Apparat, da ich beabsichtige, denselben wesentlich umzugestalten und anstatt der Prismen ein grosses Rowland'sches Interferenzgitter zu nehmen. Mit dem so verbesserten Apparat sollen dann zunächst alle Sterne der ersten und zweiten Grösse beobachtet werden.

Ausgegeben am 22. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

22. März. Öffentliche Sitzung zur Gedächtnissfeier Seiner Majestät des Hochseligen Kaisers und Königs Wilhelm.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Der vorsitzende Secretar hielt in der in Veranlassung des Ablebens Seiner Hochseligen Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm auf den heutigen Tag angesetzten ausserordentlichen öffentlichen Sitzung, welcher Seine Excellenz der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler beiwohnte, den folgenden Vortrag.

Zehnmal hat die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Ehren des Königs Wilhelm, weitere siebzehn Mal zu Ehren Wilhelms, des Kaisers der Deutschen, den 22. März festlich begangen. Heute feiern wir ihn auch, aber es ist das letzte Mal. Wohl wird jeder von uns, die wir an diesen Festen unseren Theil hatten, an diesem Tag, so oft es uns noch beschieden ist dessen Wiederkehr zu erleben, in trauerndem Gedächtniss, in stolzer Erinnerung des Kaisers gedenken, der vor wenigen Tagen seinen letzten Siegeszug unsere alten Linden hinab zum ewigen Schlafe gezogen ist. Aber die allgemeine Feier des Tages, wo es uns vor allem nahe gerückt ward, wie er mit uns lebte und für uns schaffte, kehrt nicht wieder.

Es ist ein Abschnitt in der Geschichte unserer Nation, in unserem eigenen Denken und Empfinden. Für uns, selbst für die Greise unter uns, die ihm gegenüber doch auch Nachfahren waren, verknüpfte der todte Kaiser die Gegenwart mit der Vergangenheit in

einer Unmittelbarkeit, die nie ersetzt werden kann. Wenn vom Fridericianischen Regiment und von dem Zusammenbruch seiner Herrlichkeit gesprochen wird, so ist das uns allen eine halb verklungene Sage: in Kaiser Wilhelms Knabentage war Jena gefallen und er hat es nicht vergessen. Die unvergleichliche Mutter, in ihrer Jugend Glanz die schönste Rose im deutschen Frauenflor, nach ihrem Tode der Engel mit dem Flammenschwert, der den Heerschaaren voranzog, als es galt Deutschland zu retten und zu rächen, diese Mutter war uns nicht ganz gestorben, so lange der Sohn lebte, der an ihrem Sterbebett gestanden hatte, der drei Menschenalter hindurch den Ring mit ihren Haaren an der Hand getragen hat, bis auch diese Hand im Tode erstarrte. Die Freiheitskriege, in denen die Nation sich wenn nicht zum Vollbringen, doch zum Hoffen wieder durchrang, brachten ihm wie die Feuertaufe, so auch den unerschütterlichen Glauben an die eigene Nation und an Deutschlands dereinstiges Werden. Zehn Jahre später, ein fertiger Mann, erklärte er es als heilige Verpflichtung seines Hauses 'einem Volke den Platz zu 'erhalten und zu vergewissern, den es durch Anstrengungen errungen 'hat, die weder früher noch später gesehen wurden, noch werden 'gesehen werden'. Nie hat er vergessen, was jenes Preussen von drei Millionen unter der Führung von Stein und Scharnhorst geleistet und geschaffen hat und was ein preussischer König wagen konnte und sollte, um Deutschland im Innern zu einigen und nach aussen zu festigen. Das eiserne Kreuz, das er bei seinem ersten Kampfe in Feindesland gewann, wies ihm den Weg nach Sedan. Die lange bange schwere Zeit, die alsdann folgte, hat er in stetiger Thätigkeit, in treuem Gehorsam, in Bändigung des Muths wie des Unmuths durchlebt. Als dann der deutsche Vorfrühling kam, mit den Blüthen, die nicht Frucht wurden, mit seinem edlen Text und den Commentaren dazu der Narrheit und der Bosheit, mit all dem berechtigten Sehnen und dem verkehrten Handeln, als die Schwarmgeister dieser wunderlichen Zeit sich besonders und persönlich gegen den Prinzen von Preussen wandten, blieb er klar und fest in seiner Anschauung der Dinge und keine Verbitterung über die eigene Unbill vermochte in seiner Seele zu haften. Unvergessen wird es bleiben, wie er aus seinem Londoner Exil, um mit seinen eigenen Worten zu reden, 'das Verfassungswerk als eine grossartige Erscheinung begrüsste', die Grundsätze desselben als diejenigen anerkannte, 'welche zur wahren Einheit Deutschlands führen werden', und, wir dürfen hinzusetzen, schliesslich durch ihn selber geführt haben. Auf den Thron berufen, hat er unentwegt das durchgeführt, was er als recht und nothwendig erkannt hatte. Der Liebe seines Volkes, dem herz-

lichen Einverständniss mit altbefreundeten Fürstenhäusern, der tiefen Empfindung für die Segnungen des Friedens hat er nie das Opfer seiner Überzeugung gebracht. In der inneren Organisation des Gemeinwesens, in dem Umbau der verfallenen deutschen Staatsordnung, in der Vertheidigung der deutschen Ehre gegen das Ausland hat er wieder und wieder alles an alles gesetzt. Ein leichtes Leben war ihm nicht beschieden. Diejenigen, denen die stolze, aber undankbare Rolle der Vorsehung auf Erden zugefallen ist, drückt, wenn sie adlicher Natur sind, die schwere Noth der Zeit vielleicht von allen am schwersten; der pflichttreue Mann in dieser Stellung empfindet bitterer als der niedriger gestellte die Schwäche des staatlichen Eindeichens und Abdämmens der ewigen Fluthen des Unheils und der Verkehrtheit; und nur zu oft wendet der Wahnsinn des Leidens sich gegen den Arzt. Das ist in erschütternder Weise auch ihm widerfahren; aber diese reine und einfache Natur liess sich nicht irren und bewahrte sich sogar die Heiterkeit. Was er auf falschen Wegen zu erstreben verschmähte, ist ihm auf dem geraden der Pflichterfüllung geworden, die Liebe seines ganzen grossen Volkes, die Freundschaft der Fürsten und nicht am wenigsten derer, die im Waffengang sich mit ihm gemessen hatten, ein siebzehnjähriger Friede in einer von Waffen starrenden und von Kriegsahnung durchzitterten Welt. Es war der Hort des europäischen Friedens, den wir vor wenigen Tagen zu Grabe getragen haben, und dies sprach die Trauerfeier aus, desgleichen die Welt noch keine gesehen hat. In jedem Welttheil haben am 16. März die Fahnen sich gesenkt, die einundneunzig Schüsse dem alten Kaiser der Deutschen die Grabeshuldigung erwiesen. In dem grossen Trauergeleit des Schlachtensiegers und des Friedensfürsten hat keine Nation gefehlt. Wie durch den Ausbau des Verkehrs und der Verkehrsmittel die Beziehungen der Völker zu einander enger und enger sich verflechten, wie die Menschheit solidarischer und Glück und Unglück immer mehr allen gemein wird, das haben wir an jenem Tage stolz und schmerzlich empfunden; nicht den Deutschen allein ist der einundneunzigjährige Kaiser zu früh gestorben. Aber der erweiterte Kreis hat unser näheres Anrecht nicht geschmälert. Wir danken den Fremden, die mit uns trauern; aber volles Leid zu tragen um seinen ersten Kaiser bleibt des Deutschen Vorrecht, und uns Bewohnern der unter seinem Regiment zur Weltstadt gewordenen Reichshauptstadt, uns Akademikern, die er wohl scherzend seine Nachbarn nannte, uns gehört an dem allgemeinen Leid auch noch unser besonderes Theil.

Die Zeit wird kommen, welche in allseitiger Erwägung zusammenfasst, was Deutschland dem Kaiser Wilhelm verdankt; aber

wir werden sie nicht erleben. Dem Kriegsmann wie dem Staatsmann sein Recht zu geben, das, was wir alle empfinden, den Einfluss seiner Persönlichkeit, die Unentbehrlichkeit seines entschlossenen und maassvollen eigensten Handelns in eingehender Darlegung zu entwickeln wird den Zeitgenossen nicht beschieden sein. Uns zunächst ist diese Aufgabe überall nicht oder doch nur insoweit gestellt, als die Entwickelung der Wissenschaft auch zu den Aufgaben des Staatsmannes gehört. Wer die Geschicke der deutschen Nation bestimmt, kann von deutscher Wissenschaft nicht absehen; und die Bedeutung dieses Theils staatsmännischer Arbeit ist in stetigem Steigen. Je höher die Aufgaben auf allen Gebieten der Forschung sich stellen, desto weniger reicht der Fleiss und das Talent des einzelnen Arbeiters aus. Die Organisirung der Arbeit, sei es durch Sammlung der Materialien oder der Resultate, sei es durch Schulung der hinzutretenden Arbeitsgenossen, nimmt immer weiteren Umfang an und fordert vor allem jene Stabilität der Einrichtungen, die über die Lebensdauer des einzelnen Mannes hinaus den Fortgang der Arbeit verbürgt. Wenn die deutsche Forschung auf sehr verschiedenartigen Gebieten eine hervorragende Stellung einnimmt, so liegt das wesentlich daran, dass unser Regiment diesen Theil seiner Aufgabe weiter, grösser und nachhaltiger fasst, als dies anderswo geschieht. Es ist eines der Vorrechte unserer Körperschaft, dass wir, diesem Kreise der Regententhätigkeit nahe gestellt und durch die Mannichfaltigkeit der akademischen Interessen vor der Überschätzung des eigenen Faches mehr als andere Gelehrte geschützt, deutlicher erkennen, wie sehr der Fortschritt aller Wissenschaft auf die staatliche Fürsorge angewiesen ist. Dies auszuführen kommt uns zu, und die Gelegenheit wird nicht fehlen, wo die aufrichtige Dankbarkeit in so vielen Herzen lebt und dauern wird. Aber heute ist es dafür zu früh. Unter dem unmittelbaren Eindruck der Todeskunde ist die Sammlung für solche Übersicht nicht zu finden; auch dürfen wir von diesem Trauertag, den ganz Berlin und alle Körperschaften desselben in ihrer Weise begehen, nur eine kleine Spanne für uns in Anspruch nehmen. Aber wie schwer es auch ist zu reden, zu schweigen heute ist unmöglich. Gestatten Sie mir, einen flüchtigen Blick auf das wissenschaftliche Regiment unter König und Kaiser Wilhelm zu werfen, insbesondere in Beziehung auf die Berliner Anstalten und unsere eigene Körperschaft.

Unser armer Staat, nur zu lange das Aschenbrödel unter den sogenannten Grossmächten, hat sich mühsam zu dem Wohlstand durchgerungen, ohne den der schöne Luxus wissenschaftlicher Thätigkeit nicht gedeihen kann. Wir älteren Akademiker erinnern uns wohl noch der Zeit, wo wir hier standen ungefähr wie der fleissige Student

mit schmalem Wechsel; so war es noch in König Wilhelms ersten Jahren. Als dann die grossen Kriege einen Umschwung auch auf dem finanziellen Gebiet herbeigeführt hatten, wurde auch uns die Möglichkeit eröffnet, der wir eine Reihe unserer hervorragendsten Mitglieder verdanken, auf die Berufungen nach Berlin einen entscheidenden Einfluss auszuüben und wurden uns auch sonst reichere Mittel zur Verfügung gestellt. Der der Akademie aus der Staatskasse im laufenden Jahre ausgeworfene Betrag ist gegen den bei dem Regierungsantritt König Wilhelms uns gewährten verdreifacht. Aber bei Weitem eingreifender war die Stellungnahme der Regierung zu der wissenschaftlichen Organisation überhaupt. Wohl regte sich nach den ersten grossen Erfolgen hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Consequenzen zunächst die Furcht vielleicht mehr als die Hoffnung. Die Gelehrten gehören nun einmal nicht zum Geschlecht des Euelpides und die Deutschen waren ferner seit langem gewohnt, die Misere des kleinen Staates mit dem Gedeihen der grossen Universität im Kleinstaat sich einigermaassen zu vergolden. Man hörte wohl die Frage, ob nicht Deutschland vorwärts und der deutsche Gelehrte rückwärts gekommen sei. König Wilhelm gab die Antwort darauf. Die Universitäten Kiel, Marburg, Göttingen sind nicht bloss was sie waren; sie sind durch neue Institute, durch freigebige Berufungen, durch gesteigerte Frequenz heute mehr, als sie unter der Fremdherrschaft oder der Kleinstaaterei je gewesen sind. Gestatten Sie mir von den zahllosen Belegen einige wenige anzuführen. Die unter dem hannöverschen Regiment wahrlich nicht vernachlässigte Georgia Augusta hat unter preussischem eine neue Universitätsbibliothek, ein neues naturhistorisches Museum und eine neue chirurgische Klinik erhalten; der Bau der medicinischen Klinik und der des pathologischen Instituts sind beschlossen; die Anatomie, das physiologische Institut, das physikalische, das chemische sind sämmtlich ansehnlich vergrössert worden. Die Zahl der Studirenden hat denn auch unter der preussischen Herrschaft in Göttingen um den vierten Theil zugenommen, in Kiel sich verdoppelt, in Marburg sich vervierfacht. Also annectirt der Staat Preussen. Dabei wurde nicht gefragt, ob eine solche Anstalt vielleicht zugleich als Schmollwinkel diente für die Liebhaber vergangener Zeiten; die Sonne schien auf die Anstalt, unbekümmert um Dank oder Undank, und die Nebel sanken von selber vor dem rechten und festen Regiment. Aber die Gelehrten klagten wieder, diesmal die Berliner. Vor vierzehn Jahren wurde bei eben dieser Feier und an dieser Stelle es ausgesprochen, dass die Universität Berlin einen Rückgang und eine Schmälerung ihres Ansehens erlitten habe; und unbegründet war die Klage über lange Vernachlässigung nicht. Vielleicht waren auch hier die letzten

die ersten gewesen und geschah zunächst mehr für die neu hinzugetretenen Anstalten als für die der Hauptstadt des Reiches. Aber die Klagen verstummten bald und gern. Dem Jahre 1871 gehörte die Gründung unseres physikalischen Instituts an; dem Jahre 1873 die des technologischen und des pflanzenphysiologischen, sowie der Neubau der Bergakademie; dem Jahre 1874 die des astrophysikalischen Instituts in Potsdam; dem Jahre 1875 die Neuordnung des pathologischen Instituts; dem Jahre 1876 der Neubau der landwirthschaftlichen Hochschule; dem Jahre 1877 die umfassende Reorganisation des physiologischen Instituts; dem Jahre 1878 die Einrichtung der Augen- und Ohrenklinik und des botanischen Instituts, sowie die Umgestaltung des botanischen Museums, ferner die Errichtung des Polytechnikums in Charlottenburg; dem Jahre 1879 die Gründung des zweiten chemischen Instituts, nachdem das schon früher reorganisirte den Bedürfnissen allein nicht mehr zu genügen vermochte; dem Jahre 1882 die des klinischen Instituts für Geburtshülfe; dem Jahre 1883 der Neubau des pharmakologischen Instituts; dem Jahre 1884 die des zoologischen; dem Jahre 1885 die des meteorologischen; dem Jahre 1886 die des hygienischen und der Neubau des Museums für Völkerkunde. Begonnen sind ferner die grossen Anlagen des für die mineralogischen und die zoologischen Sammlungen bestimmten Museums für Naturkunde und der physikalisch technischen Reichsanstalt in Charlottenburg. Damit sind die unter Kaiser Wilhelms Regiment gegründeten oder reorganisirten Berliner Anstalten aus dem solcher vor allem bedürftigen Kreise der Naturwissenschaften keineswegs vollständig aufgezählt. Lassen Sie die Minute gelten, welche die lange Namenreihe in Anspruch genommen hat und versuchen Sie es daraus herauszuhören, was hier auszuführen unmöglich ist, welche Anregung zu wissenschaftlichem Streben und zu praktischem Weiterschreiten in dieser Nomenclatur enthalten ist; es ist dies nicht das geringste Blatt in dem Kranz der kaiserlichen Ehren. Und in diese Gründungen Berliner Anstalten geht natürlich bei weitem nicht auf, was für die Wissenschaft im umfassendsten Sinne des Wortes unter dieser Regierung geschehen ist. Wenn bis dahin die deutschen Astronomen wesentlich auf die eigene Heimath angewiesen und von der erdumfassenden wissenschaftlichen Forschung ausgeschlossen gewesen waren. so haben die beiden grossen Unternehmungen zur Beobachtung der Venusdurchgänge, gestützt, wie sie jetzt sich stützen konnten, auf die wiederhergestellte deutsche Flotte, Deutschland mit einem Schritt auch hierin den älteren Weltmächten ebenbürtig gemacht. Damit war es gegeben, dass an der internationalen Erforschung der magnetischen und meteorologischen Verhältnisse der Polargegenden auch Deutschland mit zwei Entsendungen sich erfolgreich betheiligen konnte und dass die

mitteleuropäische Gradmessung, welche dann zu der europäischen und unlängst zu dem vier Welttheile umfassenden Verein der internationalen Erdmessung sich gesteigert hat, ihr Centrum in unserem 1868 eingerichteten, jetzt in der Reorganisation begriffenen geodätischen Institut findet. Die beiden grössten Anstalten, welche die eigene Organisationskraft der deutschen Forschung auf dem historisch-archäologischen Arbeitsfeld in's Leben gerufen hatte, die von Stein gegründete Gesellschaft für die Herausgabe der deutschen Geschichtsquellen und das durch Eduard Gerhard eingerichtete zunächst römische, später römisch-athenische Institut für archäologische Correspondenz waren schon früher, jene auf den deutschen Bund, dieses factisch auf Preussen übergegangen. Kaiser Wilhelm gab beiden Anstalten vermehrte Mittel, sowie eine nicht auf Preussen beschränkte wissenschaftliche Oberleitung und verlieh beide als Morgengabe dem neuen Deutschen Reiche: die ersten Statuten des römisch-athenischen Instituts hat er am 25. Januar 1871 in Versailles unterzeichnet. Wenige Monate vor seinem Tode sanctionirte er eine dritte Unternehmung, die vielleicht in ihrem Kreise nicht minder Epoche machen wird, wie es jene beiden Gesellschaften gethan haben: die monumenta Borussica, bestimmt für Darlegung der Entwickelung der preussischen Staatswirthschaft unter den drei grossen Hohenzollern des 17. und 18. Jahrhunderts. Ist es nöthig in diesem Kreis zu erzählen, wie unter diesem Regiment die Archive des Staats sich der Geschichts-Forschung geöffnet haben und der von unserer Akademie publicirte Briefwechsel des grossen Friedrich hierin eine neue Aera einleitete? hier zu berichten von den deutschen Ausgrabungen in Olympia, von den preussischen in Pergamon? Sie, und was sonst für unsere Kunstsammlungen gethan ist, haben ähnlich gewirkt wie jene Venus-Expeditionen. Wenn die Beamten des Pariser oder des Londoner Museums früher des unsrigen gedachten, so hatten wir die Nicht-Ebenbürtigkeit sehr lebhaft zu empfinden. Wie sehr ihre Sprache sich seitdem verändert hat, wie sie jetzt theils in unwilligem Neide, theils in aufrichtiger Bewunderung von den Berliner Museen reden, das werden viele hier wissen und alle mögen es glauben.

Ich halte hier inne; nicht weil der Stoff fehlt, sondern weil dessen zu viel ist. Lassen Sie mich in Zahlen zusammenfassen, wofür die Worte versagen.

Die Aufwendung des Staats für die Universitäten überhaupt betrug, als König Wilhelm die Regierung antrat, $1\frac{1}{2}$ Millionen Mark; heute sind für diese allerdings um drei vermehrten Anstalten mehr als 7 Millionen ausgeworfen. Die Zahl der ordentlichen Professoren ist in den letzten zwanzig Jahren von 407 auf 536 gestiegen. Die

medicinischen Universitätsanstalten haben unter diesem König und Kaiser sich von 54 auf 88, die naturwissenschaftlichen sich von 79 auf 102 vermehrt, die Universitätsseminare, die festen Anker wissenschaftlichen Studirens, sind von 31 auf 76 gestiegen, haben sich also weit mehr als verdoppelt. Diese Zahlen reden, und reden genug. Es kommt auch auf kein einzelnes Stück wesentlich an; im Gegentheil tragen alle diese Schöpfungen denselben Stempel der schlichten Pflichterfüllung, der diese ganze vor allem durch ihre Einfachheit grosse Herrscherthätigkeit charakterisirt. Kaiser Wilhelm war, was der rechte Mann sein soll, ein Fachmann. Eine bestimmte Disciplin beherrschte er vollständig; seinem hohen Berufe entsprechend lebte und webte er in der Theorie wie der Praxis der Militärwissenschaft. Das alte Vorurtheil, dass der Fürst überhaupt nicht und der Offizier nicht viel zu arbeiten braucht, hat er vor allem beigetragen durch sein leuchtendes Vorbild zu beseitigen; es werden nicht viele sein, die ihre Jünglings- und Mannesjahre mit solchem Ernst wie er ihrer Wissenschaft gewidmet haben. Also war er kein Dilettant. Er wusste sich am Schönen zu erfreuen und ist der Erörterung wissenschaftlicher Fragen oft und gern gefolgt; Gegenstände wie die Gradmessung knüpften auch wohl an sein eigenes Arbeiten an und beschäftigten ihn eingehender; aber was er für die Wissenschaften alle gethan hat, ging nicht aus zufälliger Laune und besonderer Vorliebe hervor. Ob für Rembrandt oder für Holbein, ob für die Münzsammlung Fox oder für die Marmorbilder von Pergamon, für das Orientalische Seminar oder für die historische Station in Rom oder auch für den Erwerb der Manessischen Minnesängerhandschrift die Mittel des Staats in Anspruch zu nehmen seien, das entschied für ihn nicht sein eigenes Meinen, sondern der Rathschlag der Fachmänner, denen er, selber Fachmann wie er war, den Muth und die Weisheit hatte zu vertrauen. Auch hier schuf er als Staatsmann, als der Herrscher eines wissenschaftlich arbeitsamen Volkes. Er hat es einmal ausgesprochen, dass, was einst in dem Sturm der Freiheitskriege der Enthusiasmus gethan habe, in dem grösseren Staate 'die geweckte und beförderte Intelligenz' thun müsse; und danach hat er gehandelt. Die Stiftung der Universität Strassburg, die Ausstattung ihrer Anstalten mit einer Fülle, die den älteren Schwestern nicht gleichmässig zu Theil ward, ist dafür ein klassischer Beleg. Als es galt das zurückeroberte deutsche Land nun auch der Heimath innerlich anzuschliessen, da appellirte er in erster Reihe an die Jugendbildung durch die deutsche Wissenschaft. Er gründete die Kaiser-Wilhelms-Universität, auf dass, wie es in der Stiftungsurkunde heisst, 'der Boden bereitet werde, auf welchem mit geistiger

'Erkenntniss wahrhafte Gottesfurcht und Hingebung für das Gemein-'wesen gedeihe'; und er vertraute darauf, dass die Wissenschaft, untrennbar verwachsen wie sie ist mit der deutschen Art, dem Vaterland diese ihm entfremdete Heimath unserer alten Dichter und Baumeister zurückgewinnen werde.

Kaiser Wilhelm ist nicht mehr. Wir dürfen trauern um seinen Tod; klagen dürfen wir nicht. Es fehlt uns das hohe Vorbild des pflichttreuen Amtträgers, das Muster der Anmuth und der Würde in der Heiterkeit wie im Ernst, das herzgewinnende Lächeln, der freundliche Blick von dem Fenster gegenüber auf die stetig sich erneuernden Morgenpilger; alles dies kommt nicht wieder. Aber klagen dürfen wir nicht. Er hat fast die letzte dem Menschenleben überhaupt gesteckte Grenze erreicht und er hat sie erreicht in einer Thätigkeit und mit einer Spannkraft, wie sie in diesem Alter kaum jemals bleiben. Es ist ihm vergönnt gewesen die Einigung Deutschlands nicht bloss zu vollenden, sondern auch nach der Vollendung eine Reihe von Jahren schützend über ihr zu wachen. Ihn hat das Schicksal abgerufen, nachdem er sein Werk gethan hat; und Besseres und Höheres giebt es unter den Menschenloosen nicht. Wir haben der Vorsehung zu danken, dass der erste deutsche Kaiser sein Leben auf einundneunzig Jahre hat bringen dürfen; und wenn gleich der Tod des Schöpfers immer für die Schöpfung die Feuerprobe sein wird, so ist es doch ein gutes Vorzeichen für die Dauer des Werkes, dass der Meister so lange am Steuer geblieben ist. Wir sind nicht gewohnt und nicht geneigt die Gefahren zu unterschätzen, welche die Zukunft in sich trägt; aber wir vertrauen auch, dass die Söhne ebenso ihre Schuldigkeit thun werden, wie es die Väter gethan haben. Die Pflichttreue ist erblich im Haus der Hohenzollern wie die Volkstreue im Lande Preussen und in der deutschen Nation. Mit Schmerz sehen wir sie bei dem Nachfolger bewährt zunächst in dem tapferen Kampfe gegen tückische Krankheit, in der unvergleichlichen Fassung gegenüber dem schweren Unheil, die allen, die ihn lieben, allen, die auf ihn und für ihn hoffen, ein Muster ist und bleiben wird. Leider können wir die Trauer um den grossen Todten nicht uns lindern und mindern mit dem Ausblick in eine wolkenfreie Zukunft. Aber am Firmamente selbst ändern die Wolken nichts. Unsere Liebe und Treue gehört dem lebenden Kaiser, wie sie dem Todten gehört hat. Dieses Todten aber, des Kaisers Wilhelm, werden wir gedenken, bis die Augen auch uns sich schliessen. Denn er war unser! Mag das stolze Wort den lauten Schmerz gewaltig übertönen.

Die Akademie richtete heute an Ihre Majestät die Kaiserin und Königin Augusta und an Seine Majestät den Kaiser und König folgende ehrerbietigste, huldvoll entgegengenommene Ansprachen.

I.

Allerdurchlauchtigste, Grossmächtigste
Kaiserin und Königin,
Allergnädigste Kaiserin, Königin und Frau!

Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät bittet die ehrfurchtsvollst unterzeichnete Akademie der Wissenschaften nahen zu dürfen, um den schmerzlichen Gefühlen Ausdruck zu geben, von welchen sie in diesen Tagen einer weltgeschichtlichen Trauer erfüllt ist. An die dem Herzen Eurer Majestät durch den Hintritt des nun in Gott ruhenden Kaisers geschlagene Wunde zu rühren, geziemt der Akademie nicht. Aber im Angedenken an so viele Beweise der Huld, welche sie von ihrem dahingeschiedenen erhabenen Schirmherrn und von Allerhöchstdenselben empfing, drängt es sie, Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät auszusprechen, wie unvergesslich ihr das hohe Bild des Entschwundenen eingeprägt ist; wie sie es sich immer zu ihren schönsten Ehrenkränzen rechnen wird, ihn in Allerhöchstderen Begleitung in ihren Sitzungen einst begrüsst zu haben; wie unauslöschlich die Liebe und Dankbarkeit sind, die sie an das Herrscherhaus der Hohenzollern knüpfen; wie sie stets ihren Stolz darin setzen wird, die Akademie der Preussischen Könige zu heissen.

Allerdurchlauchtigste Kaiserin und Königin!

Mit dem gesammten Deutschen Volke vereinigen wir uns zu heissen, innigen Segenswünschen für Allerhöchstdieselben und für Allerhöchstderen ruhmgekrönten, vielgeliebten Sohn, des Kaisers und Königs Friedrich Majestät, unseren allergnädigsten Herrn. Möchte er doch, ein Erbe wie der väterlichen Tugenden so des väterlichen Glücks, wie er oft aus Schlachten siegreich zurückkehrte, so auch aus der heute ihn bedrohenden Gefahr, dem Vaterlande und uns zum Heile, bald als Sieger hervortreten.

Wir verharren in tiefster Ehrfurcht

Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät
allerunterthänigste
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

II.

Allerdurchlauchtigster, Grossmächtigster Kaiser und König, Allergnädigster Kaiser, König und Herr!

Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät bittet die ehrfurchtsvollst unterzeichnete Akademie der Wissenschaften nahen zu dürfen, um Allerhöchstdenselben die Gefühle schwerer Trauer, aber auch hoffender Zuversicht auszusprechen, von welchen sie mit dem ganzen Deutschen Volke in diesen ernst bewegten Tagen durchdrungen ist.

Mit dem ganzen Deutschen Volke sieht sie schmerzgebeugt der entschwundenen geliebten Gestalt des Heldenkaisers nach, welcher mit starker Hand den alten auf Deutschlands Geschicken lastenden Bann brach; welcher nach fast traumhaftem Siegeslauf durch seine Weisheit und Mässigung der Welt ein Friedensfürst ward; auf den noch späte Zeiten als auf den dritten grossen Hohenzollern, als auf das leuchtendste Ruhmesbild dieses Jahrhunderts hinweisen werden: dessen greises Haupt im Verein mit seiner unvergesslichen Königlichen Mutter einst Fabelglanz umgiebt.

Aber neben diesen allen Deutschen auf dem Erdenrund gemeinsamen Empfindungen hegt unsere Körperschaft noch andere ihr besonders zustehende Gedanken. Wir wissen, was im Getöse weltgeschichtlicher Ereignisse minderen Wiederhall fand, dass auf solcher Höhe, im Gedränge solcher Sorgen und Pflichten, Kaiser Wilhelm, den Überlieferungen seines Hauses getreu, die Dinge des Geistes nie aus den Augen verlor. Wir wissen, dass er für diese seine Akademie der Wissenschaften stets ein väterlich offenes Herz und Ohr sich bewahrte; dass wir in ihm nicht bloss einen erhabenen Schirmherrn, sondern allezeit einen freundlich herablassenden, sorglich wohlwollenden Gönner besassen, welcher in unserer bescheidenen Thätigkeit eine der Zierden seines Thrones zu erblicken geruhte.

Allerdurchlauchtigster Kaiser und König!

Wie allerorten das Deutsche Volk jetzt aus seinem Leide zu Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät als zum Erben jeder väterlichen Tugend das noch trübe Auge erhebt, und unter Allerhöchstderen Scepter des Fortbestandes der glorreich errungenen Güter gewiss ist: so fühlt sich auch unsere Körperschaft nicht verwaist. Wir leben der trostreichen Überzeugung, dass in Allerhöchstdenselben uns ein Herrscher ward, in welchem, neben dem Heldenmuth und der Weisheit des in Gott ruhenden Kaisers Wilhelm, Liebe zur Wissenschaft, Begeisterung für alles Grosse und Schöne auf den Gefilden des Geistes doppelt

lebendig ist. In Allerhöchstderen erlauchter Gemahlin, Ihrer Majestät der Kaiserin und Königin, sind wir längst gewöhnt, die einsichtigste, theilnehmendste, hilfbereiteste Freundin unserer Bestrebungen im innersten Herzen dankend zu verehren. Wie sollten wir da nicht gefassten Sinnes, festen Blickes der Zukunft entgegensehen, in welcher wir immerdar verharren werden, in tiefster Ehrfurcht,

Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät
allerunterthänigste und allergetreueste
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

Ausgegeben am 29. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

5. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Kronecker las über die arithmetischen Sätze, welche Lejeune Dirichlet in seiner Berliner Habilitationsschrift entwickelt hat.

2. Hr. Hofmann legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. H. W. Vogel hierselbst vor über das Spectrum des Cyans.

3. Hr. Schulze legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Robert Schneider hierselbst vor über Eisen-Resorption in thierischen Organen und Geweben.

Die Mittheilung 1. folgt umstehend, die 2. wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen, die 3. ist für die Abhandlungen bestimmt.

Über die arithmetischen Sätze, welche Lejeune Dirichlet in seiner Breslauer Habilitationsschrift entwickelt hat.

Von L. Kronecker.

Auf die erste, am 11. Juli 1825 der Pariser Akademie überreichte, arithmetische Abhandlung Lejeune Dirichlet's folgte 1827 eine zweite, mit welcher er sich in Breslau habilitirte. Sie ist in Octavformat (ohne Angabe der Jahreszahl) gedruckt und wohl nur in wenigen Exemplaren hergestellt worden. Auf dem Titelblatte steht:

»*De formis linearibus, in quibus continentur divisores primi quarumdam formularum graduum superiorum commentatio, quam ad veniam docendi ab amplissimo philosophorum ordine in regia universitate litterarum Vratislaviensi impetrandam conscripsit Gustavus Lejeune Dirichlet, philosophiae doctor. Vratislaviae, typis Kupferianis.*«

Den Ausgangspunkt bildet die Bemerkung, dass die Primtheiler jeder Form zweiten Grades durch gewisse Linearformen characterisirt seien, dass dies aber, wenn der Grad grösser als 2 ist, nur für besondere Formen, wie z. B. für die von Euler untersuchten Formen $x^n \pm 1$ der Fall sei. Bei der Beschäftigung mit diesen Euler'schen Untersuchungen, sagt Dirichlet am Schlusse der Einleitung, sei er auf eine neue Art von Formen höheren Grades gekommen, welche ähnliche Eigenschaften wie die von Euler behandelten besitzen.

Es sind dies die Formen U und V, welche entstehen, wenn man den Ausdruck $(x + \sqrt{b})^n$ auf die Form $U + V\sqrt{b}$ bringt. Dabei bedeutet x eine »Unbestimmte«, n eine beliebige positive ganze Zahl und b eine positive oder negative ganze Zahl, welche nur kein vollständiges Quadrat sein darf.

Dirichlet untersucht und bestimmt die Primtheiler von V unter der Voraussetzung, dass n eine Primzahl ist, und die von U für den Fall, dass n eine Potenz von 2 ist. Er bemerkt dabei, dass seine

Untersuchungs-Methode auch bei jedem andern ganzzahligen Werthe von n anwendbar sei, dass er sich aber, um der Abhandlung keine zu grosse Ausdehnung zu geben, auf jene beiden Fälle beschränken wolle.

Als ich nun beim Abdruck jener Habilitationsschrift in Lejeune Dirichlet's Werken zu eingehender Beschäftigung mit derselben veranlasst wurde, machte ich den Versuch, das von Dirichlet behandelte Problem mit Hülfe von Modulsystemen auf rein arithmetischem und ganz im absoluten Rationalitätsbereich der gewöhnlichen Zahlen bleibendem Wege zu lösen. Dies gelang in überraschend einfacher Weise, und dabei ganz vollständig, d. h. für jeden beliebigen Werth der Zahlen b und n. Wenn nun auch jenes Dirichlet'sche arithmetische Problem selbst jetzt als ein elementares zu betrachten ist, so wird doch eine kurze Auseinandersetzung der neuen und ganz allgemeinen Lösung hauptsächlich durch das Interesse, welches sich an jeden von Dirichlet behandelten Gegenstand knüpft, dann aber auch als ein neuer Beleg für die Anwendbarkeit der Modulsysteme wohl gerechtfertigt erscheinen.

I. Bedeutet n eine positive ganze Zahl und z eine unbestimmte Variable, so hat $z^n - 1$ so viel verschiedene ganze ganzzahlige Factoren als n verschiedene Divisoren hat. Einer dieser Factoren, welcher als der »primitive« bezeichnet werden soll, ist dadurch vollständig charakterisirt, dass er nicht zugleich als Factor in irgend einem Ausdrucke $z^m - 1$ enthalten ist, in welchem der Exponent m kleiner als n ist.

Es sei nun, wie in meiner Mittheilung vom 29. Juli 1886,[1]

$$\varepsilon_1 = 1\ ,\ \varepsilon_m = (-1)^\nu ,$$

wenn die Zahl m lauter verschiedene Primzahlen enthält und ν deren Anzahl bedeutet, aber

$$\varepsilon_m = 0\ ,$$

wenn m irgend eine Primzahl mehrfach enthält. Ferner sei $F_m(z)$ der primitive Factor von $z^m - 1$. Alsdann ist:

$$\text{(A)} \qquad F_n(z) = \prod_d \left(z^{\frac{n}{d}} - 1\right)^{\varepsilon_d}\ ,\ z^n - 1 = \prod_d F_d(z)\ ,$$

wo die Multiplication über alle Divisoren d von n zu erstrecken ist. Setzt man endlich:

$$(x+y)^{\frac{n}{d}} - (x-y)^{\frac{n}{d}} = y f_d(x\,,\,y^2)\ ,$$

---

[1] Zur Theorie der elliptischen Functionen, Art. XI, §. 2. Sitzungsbericht von 1886, S. 707.

wo x und y unbestimmte Variable bedeuten und $f_d(x, y^2)$ eine ganze ganzzahlige Function von x und y^2 ist, so wird:

$$(x-y)^{\phi(n)} F_n\left(\frac{x+y}{x-y}\right) = \prod_d f_d(x, y^2)^{\varepsilon_d} \quad (d \text{ alle Divisoren von } n),$$

da die über alle Divisoren d von n erstreckte Summe $\Sigma\varepsilon_d$ gleich Null ist, und es zeigt sich also, dass der Ausdruck auf der linken Seite der Gleichung, der offenbar eine ganze ganzzahlige Function von x und y ist, nur die graden Potenzen von y enthält. Bezeichnet man denselben zur Abkürzung durch:

$$G_n(x, y^2),$$

so ist es die ganze ganzzahlige Function:

$$G_n(x, s),$$

deren Primtheiler q für beliebig angenommene positive oder negative ganzzahlige Werthe von s zu bestimmen sind.

Die Form $G_n(x, s)$ ist offenbar, wie die Function $F_n(x)$, vom Grade $\phi(n)$, wo $\phi(n)$ in üblicher Weise die Anzahl derjenigen unter einander *modulo* n incongruenten Zahlen bedeutet, die zu n relativ prim sind.

II. Bilden $r_1, r_2, \ldots$ ein vollständiges System derjenigen unter einander *modulo* n incongruenten Zahlen, die zu n relativ prim sind, so findet die Congruenz:

$$\text{(B)} \qquad \prod_d (x - z^r) \equiv F_n(x) \; (\text{mod. } F_n(z)) \qquad (r = r_1, r_2, \ldots)$$

statt. Um dies darzuthun, soll zuvörderst gezeigt werden, dass:

$$F_n(z^r) \equiv 0 \; (\text{mod. } F_n(z))$$

ist. In der That ist gemäss den Gleichungen (A):

$$z^{rn} - 1 = \prod_r F_d(z^r) \equiv 0 \; (\text{mod. } F_n(z)) \quad (d \text{ alle Divisoren von } n),$$

und keiner der Factoren $F_d(z^r)$, bei welchem $d < n$ ist, hat einen gemeinsamen Theiler mit $F_n(z)$. Derselbe Theiler müsste nämlich in jeder der beiden Functionen: $z^{rd} - 1$ und $z^n - 1$, also auch in $z^{ard+bn} - 1$ enthalten sein. Da man nun die Zahlen a, b so bestimmen kann, dass $ard + bn = d$ wird, so müssten $F_n(z)$ und $z^d - 1$, also auch $F_n(z)$ und $F_t(z)$ einen gemeinsamen Theiler haben, wo t einen Divisor von d bedeutet. Zwei Functionen $F_d(z)$, welche verschiedenen Divisoren d entsprechen, können aber keinen gemeinsamen Theiler haben, da ihr Product in $z^n - 1$ als Theiler enthalten ist, und da $z^n - 1$ mit der Ableitung nz^{n-1} keinen gemeinsamen Theiler hat.

Aus der Congruenz: $F_n(z^{r_1}) \equiv 0 \; (\text{mod. } F_n(z))$ folgt:

$$F_n(x) \equiv (x - z^{r_1}) \, \Phi(x, z) \; (\text{mod. } F_n(z)),$$

wo $\Phi(x, z)$ eine ganze ganzzahlige Function von x und z ist. Da ferner:

$$F_n(z^{r_2}) \equiv 0, \text{ also } (z^{r_2} - z^{r_1})\,\Phi(z^{r_2}, z) \equiv 0 \pmod{F_n(z)}$$

ist, so muss:

$$\Phi(z^{r_2}, z) \equiv 0 \pmod{F_n(z)}$$

und folglich $\Phi(x, z)$ *modulo* $F_n(z)$ durch $x - z^{r_2}$ theilbar sein. Denn der Factor $z^{r_2} - z^{r_1}$ hat mit $F_n(z)$ keinen gemeinsamen Theiler, da ein solcher Theiler sonst auch in $z^d - 1$ enthalten sein müsste, wenn d den grössten in $r_1 - r_2$ enthaltenen Divisor von n bedeutet; und dass $F_n(z)$ und $z^d - 1$ keinen gemeinsamen Theiler haben, ist soeben dargethan worden.

Es erweist sich also $F_n(x)$ als *modulo* $F_n(z)$ durch das Product $(x - z^{r_1})(x - z^{r_2})$ theilbar, und indem man so fortfährt, erschliesst man offenbar die Richtigkeit der oben aufgestellten Congruenz (B).

III. Auf Grund der Congruenz (B) ergiebt sich für die zu untersuchende Function $G_n(x, s)$ ganz unmittelbar die Congruenz:

$$\text{(C)}\quad G_n(x, s) \equiv \prod_r \left((x + y) - (x - y)\,z^r\right) \pmod{y^2 - s, F_n(z)} \quad (r = r_1, r_2, \ldots),$$

und die oben mit q bezeichneten Primtheiler der Form $G_n(x, s)$ werden also durch die Forderung bestimmt, dass ganzzahlige Werthe von x existiren sollen, für welche die Congruenz:

$$\prod_r \left(x + y - (x - y)\,z^r\right) \equiv 0 \pmod{q, y^2 - s, F_n(z)} \qquad (r = r_1, r_2, \ldots)$$

erfüllt wird. Hierfür ist offenbar nothwendig und hinreichend, dass die Congruenz:

$$\text{(D)}\quad \prod_k \prod_r \left(k + y - (k - y)\,z^r\right) \equiv 0 \pmod{q, y^2 - s, F_n(z)} \quad \begin{pmatrix} r = r_1, r_2, \ldots \\ k = 0, 1, \ldots q - 1 \end{pmatrix}$$

bestehe. Da nun:

$$\prod_k (u - kv) \equiv u^q - uv^{q-1} \pmod{q} \qquad (k = 0, 1, \ldots q - 1)$$

ist, so geht die Congruenz (D) in Folgende über:

$$\prod_r \left(y^q (z^r + 1)^q - y\,(z^r + 1)(z^r - 1)^{q-1}\right) \equiv 0 \pmod{q, y^2 - s, F_n(z)} \quad (r = r_1, r_2, \ldots),$$

und daraus resultirt, wenn man jeden Factor des Products auf der linken Seite mit $z^r - 1$ multiplicirt und die Congruenzen:

$$(z^r + 1)^q \equiv z^{rq} + 1 \pmod{q}$$

$$y^{q-1} \equiv s^{\frac{1}{2}(q-1)} \equiv \left(\frac{s}{q}\right) \pmod{q, y^2 - s}$$

benutzt, die Congruenz:

$$\prod_r \Big((z^{r(q+1)} - 1)(1-\sigma) + z^r (z^{r(q-1)} - 1)(1+\sigma) \Big) \equiv 0 \left(\text{modd.}\, q\,, F_n(z)\right),$$
$$(r = r_1, r_2, \ldots),$$

in welcher zur Abkürzung der Werth des LEGENDRE'schen Zeichens $\left(\frac{s}{q}\right)$ mit σ bezeichnet ist. Je nachdem $\sigma = +1$ oder $\sigma = -1$ ist, muss daher die Congruenz:

$$\prod_r (z^{r(q-1)} - 1) \equiv 0 \text{ oder } \prod_r (z^{r(q+1)} - 1) \equiv 0 \;(\text{modd.}\, q\,, F_n(z)) \qquad (r = r_1, r_2, \ldots)$$

stattfinden, d. h. es muss:

$$\text{(E)} \qquad \prod_r (z^{r(q-\sigma)} - 1) \equiv 0 \left(\text{modd.}\, q\,, F_n(z)\right)$$

sein.

Das Divisorensystem:

$$\left(q\,, F_n(z)\,, z^{r(q-\sigma)} - 1\right) \text{ oder } \left(q\,, F_n(z)\,, z^n - 1\,, z^{r(q-\sigma)} - 1\right),$$

ist offenbar aequivalent $(q\,, F_n(z)\,, z^d - 1)$, wenn d den grössten in $q - \sigma$ enthaltenen Divisor von n bedeutet, und es soll nun gezeigt werden, dass dieses Divisorensystem aequivalent *Eins* ist, wenn $d < n$ ist. Alsdann besteht nämlich die Congruenz:

$$\frac{z^n - 1}{z^d - 1} \equiv 0 \;(\text{mod.}\, F_n(z))\,,$$

da $z^n - 1$ durch $F_n(z)$ theilbar ist und $F_n(z)$, wie oben bewiesen worden, mit $z^d - 1$ keinen Factor gemein hat. In jenem Divisorensysteme kann also das Element $\frac{z^n - 1}{z^d - 1}$ hinzugefügt werden, und da:

$$\frac{z^n - 1}{z^d - 1} \equiv \frac{n}{d} \;(\text{mod.}\, z^d - 1)$$

ist, auch das Element $\frac{n}{d}$. Das Divisorensystem wird hiernach:

$$\left(q, \frac{n}{d}\,, F_n(z)\,, z^{r(q-\sigma)} - 1\right),$$

und dies ist in der That aequivalent *Eins*, wenn — wie jetzt vorausgesetzt werden soll — die Primzahl q nicht in n enthalten ist.

Da nun vermöge der Congruenz (E) das über alle Werthe von r erstreckte Product der Divisorensysteme:

$$(q\,, F_n(z)\,, z^{r(q-\sigma)} - 1)$$

das Modulsystem $(q\,, F_n(z))$ enthalten soll, so können diese Divisorensysteme nicht sämmtlich aequivalent *Eins* sein, und es muss also der

mit d bezeichnete, grösste in $q-\sigma$ enthaltene Divisor von n gleich n selbst sein; d. h. es muss die Congruenz

$$q \equiv \sigma \equiv \left(\frac{s}{q}\right) (\text{mod. } n)$$

bestehen. Da aber auch andererseits, wenn diese Congruenz besteht, jeder einzelne Factor des Products:

$$\prod_r (z^{r(q-\sigma)} - 1) \qquad (r = r_1, r_2, \ldots)$$

durch $F_n(z)$ theilbar ist, so ergiebt sich als Endresultat,

> dass die Primtheiler q der Form $G_n(x, s)$, welche nicht in n enthalten sind, sämmtlich durch die Congruenz:
>
> $$q \equiv \left(\frac{s}{q}\right) (\text{mod. } n)$$
>
> charakterisirt werden.

Da die Primzahlen q, für welche $\left(\frac{s}{q}\right)$ den einen oder den anderen Werth hat, bestimmte Linearformen in Beziehung auf $4s$ haben, so werden die nicht in n enthaltenen Primtheiler von $G_n(x, s)$ zugleich in Beziehung auf n und $4s$, also in Beziehung auf die kleinste durch n und $4s$ theilbare Zahl t, durch bestimmte Linearformen charakterisirt, d. h. durch eine Reihe von Linearformen:

$$kt + \rho', \; kt + \rho'', \; kt + \rho''', \; \ldots,$$

in welchen $\rho', \rho'', \rho''', \ldots$ gewisse Reste von t bedeuten.

IV. Im Anschluss an die Dirichlet'sche Abhandlung möge noch der besondere Fall erörtert werden, in welchem n durch s theilbar und s ungrade ist.

Alsdann muss

für $q \equiv +1 \,(\text{mod. } n)$ zugleich $\left(\frac{s}{q}\right) = +1$ und $\left(\frac{q}{s}\right) = 1$,

für $q \equiv -1 \,(\text{mod. } n)$ aber $\left(\frac{s}{q}\right) = -1$ und $\left(\frac{q}{s}\right) = \left(\frac{-1}{s}\right)$

sein.

Ist nun erstens $q \equiv 1 \,(\text{mod. } 4)$, so ist $\left(\frac{s}{q}\right) = \left(\frac{q}{s}\right)$, und es muss also für $q \equiv -1 \,(\text{mod. } n)$ auch $|s| \equiv -1 \,(\text{mod. } 4)$ sein, d. h. der absolute Werth von s muss von der Form $4k-1$ sein.

Ist zweitens $q \equiv -1 \,(\text{mod. } 4)$, so ist:

$$\left(\frac{s}{q}\right) = \left(\frac{q}{s}\right) (-1)^{\frac{1}{2}(s-1)},$$

es muss also für $q \equiv 1 \, (\text{mod.}\, n)$ die Congruenz $s \equiv 1 \, (\text{mod.}\, 4)$ bestehen, und für $q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, n)$ muss s negativ sein.

Für jeden Werth von s können also Primtheiler q, die $\equiv 1 \, (\text{mod.}\, n)$ und $\equiv 1 \, (\text{mod.}\, 4)$ sind, auftreten, aber Primtheiler q mit den Bedingungen:

$$q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, n)\,, \quad q \equiv +1 \, (\text{mod.}\, 4) \quad \text{nur für} \quad |s| \equiv -1 \, (\text{mod.}\, 4),$$
$$q \equiv +1 \, (\text{mod.}\, n)\,, \quad q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, 4) \quad \text{nur für} \quad s \equiv +1 \, (\text{mod.}\, 4),$$
$$q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, n)\,, \quad q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, 4) \quad \text{nur für} \quad s < 0.$$

Ist zugleich s negativ und von der Form $4k-1$, so ist $|s| \equiv 1 \, (\text{mod.}\, 4)$, und es kann daher nur

entweder: $\quad q \equiv +1 \, (\text{mod.}\, n)\,, \quad q \equiv +1 \, (\text{mod.}\, 4)$
oder: $\quad q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, n)\,, \quad q \equiv -1 \, (\text{mod.}\, 4)$

sein. Da überdies:

$$q \equiv \left(\frac{s}{q}\right) \, (\text{mod.}\, n)$$

ist, so werden also die Primtheiler q der Form $G_n(x, s)$ für den Fall:

$$s < 0\,, \quad s \equiv -1 \, (\text{mod.}\, 4)\,, \quad n \equiv 0 \, (\text{mod.}\, s)$$

dadurch charakterisirt, dass sowohl *modulo* n als auch *modulo* 4 und folglich, wenn n ungrade ist, *modulo* $4n$:

$$q \equiv \left(\frac{s}{q}\right)$$

sein muss. Dieses Resultat findet sich in der DIRICHLET'schen Habilitationsschrift für den Fall, wo n Primzahl und also gleich dem absoluten Werthe von s ist.

Ausgegeben am 12. April.

1888.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

5. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Wattenbach las über das Handbuch eines Inquisitors in der Kirchenbibliothek St. Nicolai in Greifswald.

Der Vortrag wird in den Abhandlungen erscheinen.

Ausgegeben am 12. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

12. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Kronecker las: Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

2. Derselbe machte eine Mittheilung über Dirichlet's letzte Arbeiten.

Die Mittheilung 1. wird in mehreren Abtheilungen erscheinen, deren erste umstehend folgt. Die Mittheilung 2. macht den Schluss.

3. Am 16. März erhielt die Akademie folgendes Telegramm: »Die am 14. und 15. März zu ihren regelmässigen Sitzungen versammelten Mitglieder der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien haben beschlossen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin ihr tiefgefühltes Beileid anlässlich des Hintrittes ihres verehrungswürdigsten Schirmherrn und ihre wärmsten Segenswünsche für das Wohlergehen des erlauchten Beschützers von Kunst und Wissenschaft des Kaisers Friedrich auszusprechen. Arneth.« — Der vorsitzende Secretar antwortete: »Die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin sagt der Kaiserlichen Schwesterakademie zu Wien ihren warm empfundenen Dank für den wohlthuenden Ausdruck ihrer Theilnahme in diesen ernsten Tagen.«

Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

Von L. Kronecker.

Die Frage der Einführung allgemeiner complexer Grössen oder Zahlen, ist von Hankel im §. 29 seiner 1867 erschienenen »Theorie der complexen Zahlensysteme« kurz erörtert worden; sie ist eingehender von Hrn. Weierstrass in einer aus dem Juni 1883 datirten, an Hrn. H. A. Schwarz gerichteten, in den Göttinger Nachrichten am 12. November 1884 veröffentlichten Mittheilung und im Anschluss daran von Hrn. Dedekind in zwei ebendaselbst im März 1885 und Februar 1887 abgedruckten Aufsätzen behandelt worden, und neuerdings ist dieselbe Frage von Hrn. Julius Petersen in einer in Nr. 17 der Göttinger Nachrichten vom Jahre 1887 erschienenen Abhandlung wieder aufgenommen worden. Dies giebt mir Veranlassung darzulegen, dass für das Problem der Auffindung der allgemeinsten, unter Bewahrung der algebraischen Rechnungsregeln zulässigen, complexen Zahlen, welches in den erwähnten Publicationen der HH. Weierstrass, Dedekind und Petersen nur unter beschränkenden Voraussetzungen behandelt worden ist, die vollständige und zugleich ganz einfache Lösung fast unmittelbar aus der Entwickelung des Begriffs der Modulsysteme $n$ter Stufe von n Variabeln resultirt, welche im §. 20 meiner im Anfange des Jahres 1882 erschienenen Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum enthalten ist.

Es bedarf nämlich zur Bildung allgemeiner complexer Zahlen $a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$, welche gleich den Zahlen $a_0 + a_1 i$ den gewöhnlichen Rechnungsregeln unterworfen sein sollen, offenbar nur der Einführung solcher Rechnungssymbole $i_1, i_2, \ldots i_\nu$, für welche jedes Product sich eindeutig als lineare Function derselben mit reellen oder auch, im gewöhnlichen Sinne des Wortes, complexen Coefficienten darstellen lässt. Da nun die lineare Darstellung jedes Products der Symbole $i_1, i_2, \ldots i_\nu$ aus derjenigen der $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Producte:

$$i_h i_k \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

hervorgeht, so brauchen nur Coefficienten:

$$c_0^{(h,k)},\ c_1^{(h,k)},\ c_2^{(h,k)},\ \dots\ c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\ h,k = 1,2,\dots \nu)$$

so bestimmt zu werden, dass aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Relationen:

$$i_h i_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} i_1 - \dots - c_\nu^{(h,k)} i_\nu = 0 \qquad (h \leqq k;\ h,k = 1,2,\dots \nu)$$

die geforderte eindeutige Darstellung jedes Productes der Symbole $i_1, i_2, \dots i$ resultirt. Entkleidet man die hiermit formulirte Aufgabe von aller Symbolik, so zeigt sich unmittelbar, dass sie nur darin besteht,

in der allgemeinsten Weise $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ ganze Functionen

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - \dots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h,k = 1,2,\dots \nu)$$

von ν unbestimmten Variabeln $y_1, y_2, \dots y_\nu$ als Elemente eines Divisorensystems zu bestimmen, für welches jede ganze Function der Variabeln y einer einzigen linearen Function derselben congruent wird, für welches also die $\nu+1$ Grössen:

$$1, y_1, y_2, \dots y_\nu$$

ein Fundamentalsystem bilden.

Es soll nun zuvörderst gezeigt werden, wie sich die Lösung dieser Aufgabe aus den Entwickelungen im §. 20 meiner erwähnten Festschrift ergiebt, und alsdann sollen die dort eingeführten Divisorensysteme eingehender behandelt werden.

I. Gemäss der a. a. O. aufgestellten Definition drückt die Congruenz:

$$G \equiv 0 \ (\text{modd. } M', M'', M''', \dots)$$

aus, dass eine Gleichung:

$$G = P'M' + P''M'' + P'''M''' + \dots$$

besteht, in welcher $G, M', M'', M''', \dots P', P'', P''', \dots$ ganze Functionen der unbestimmten Variabeln $x_1, x_2, \dots x_n$ bedeuten. Dabei sollen, wie a. a. O., die Coefficienten in den Functionen G, M, P irgend welche feste oder variable, aber natürlich von $x_1, x_2, \dots x_n$ unabhängige Werthe haben und also nicht, wie im §. 21 der erwähnten Festschrift, auf ganzzahlige Werthe beschränkt sein.

Das Divisoren- oder Modul-System $(M', M'', M''', \dots)$ wird als ein System $n$ter Stufe (oder $n$ten Ranges) vorausgesetzt.[1] Für ein solches lassen sich stets ganze Functionen von $x_1, x_2, \dots x_n$, und zwar

[1] Da hier von den Coefficienten der verschiedenen Producte von Potenzen der n Variabeln x in $M', M'', M''', \dots$ und also auch von den etwa in den Coefficienten vorkommenden Veränderlichen gänzlich abgesehen wird, so ist n offenbar die grösstmögliche Stufenzahl eines eigentlichen Divisorensystems.

in der kleinsten hinreichenden Anzahl, bestimmen, durch welche alle ganzen Functionen derselben n Variabeln x ganz, linear und homogen dargestellt werden können. Eine Reihe derartiger Functionen $f_0, f_1, \ldots f_\nu$, von denen eine, z. B. f_0, offenbar gleich 1 angenommen werden kann, bildet ein System, welches im Anschluss an die im §. 8 der citirten Festschrift aufgestellten Definitionen als »Fundamentalsystem für das Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$« zu bezeichnen ist, während die Zahl $\nu + 1$, d. h. die nothwendige Anzahl der Elemente des Fundamentalsystems, die »Ordnungszahl« des Divisorensystems darstellt.

Da hiernach für jede beliebige ganze Function $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$ eine Congruenz:

$$f \equiv c_0 + c_1 f_1 + \ldots + c_\nu f_\nu \ (\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots)$$

besteht, in welcher die Coefficienten c völlig bestimmte von den Variabeln x unabhängige Grössen sind, so findet dasselbe statt, wenn man für f irgend eine ganze Function der ν Functionen $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ nimmt. Demgemäss ist für irgend eine solche ganze Function F:

$$\text{(A)} \quad F(f_1, f_2, \ldots f_\nu) \equiv C_0 + C_1 f_1 + C_2 f_2 + \ldots + C_\nu f_\nu \ (\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots),$$

wo die Coefficienten C völlig bestimmte Grössen sind, und es ist also auch speciell für das Product von je zwei Functionen f:

$$\text{(B)} \quad f_h f_k \equiv c_0^{(h,k)} + c_1^{(h,k)} f_1 + c_2^{(h,k)} f_2 + \ldots + c_\nu^{(h,k)} f_\nu \ (\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots).$$
$$(h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

Bezeichnet man nun die verschiedenen $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Functionen der ν Variabeln $y_1, y_2, \ldots y_\nu$:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu,$$

in irgend welcher Reihenfolge, mit $N', N'', N''', \ldots$, so muss in Folge der Congruenz (A) auch die Congruenz:

$$\text{(C)} \quad F(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv C_0 + C_1 y_1 + C_2 y_2 + \ldots + C_\nu y_\nu \ (\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots)$$

bestehen. Denn es ist zuvörderst klar, dass sich $F(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ für das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ auf eine ganze lineare Function der Variabeln y reduciren lässt, dass also eine Congruenz:

$$\text{(C')} \quad F(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv C'_0 + C'_1 y_1 + C'_2 y_2 + \ldots + C'_\nu y_\nu \ (\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots)$$

stattfinden muss. Wird nun hierin:

$$y_1 = f_1,\ y_2 = f_2, \ldots y_\nu = f_\nu$$

gesetzt, so geht das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ in das aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Elementen:

$$f_h f_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} f_1 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} f_\nu \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

gebildete Modulsystem über, welches, wie die Congruenzen (B) zeigen, das Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$ enthält; aus der Congruenz (C') geht also die folgende hervor:

$$F(f_1, f_2, \ldots f_\nu) \equiv C'_0 + C'_1 f_1 + C'_2 f_2 + \ldots + C'_\nu f_\nu \;(\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots),$$

aus deren Vergleichung mit der Congruenz (A) unmittelbar zu erschliessen ist, dass:

$$C'_0 = C_0, \; C'_1 = C_1, \; C'_2 = C_2, \ldots C'_\nu = C_\nu$$

sein und also in der That die Congruenz (C) bestehen muss.

Für das aus $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Functionen der ν Variabeln y bestehende Divisorensystem $(N', N'', N''' \ldots)$ bilden, wie die Congruenz (C) zeigt, die Grössen:

$$1, y_1, y_2 \ldots y_\nu$$

ein Fundamentalsystem, und zwar eines von möglichst wenig Elementen. Denn aus einer Congruenz:

$$C'_0 + C'_1 y_1 + C'_2 y_2 + \ldots + C'_\nu y_\nu \equiv 0 \;(\text{modd.}\, N', N'', N''' \ldots)$$

würde gemäss der vorstehenden Entwickelung, indem darin $F = 0$ genommen wird, das Bestehen der Congruenz:

$$C'_0 + C'_1 f_1 + C'_2 f_2 + \ldots + C'_\nu f_\nu \equiv 0 \;(\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots)$$

folgen, welches der Voraussetzung, dass das Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$ von der Ordnung $\nu + 1$ ist, widerspricht. Das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ ist hiernach ebenfalls von der Ordnung $\nu + 1$.

Die Rang- oder Stufenzahl des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ ist gleich ν, also gleich der Anzahl der in den Elementen $N', N'', N''' \ldots$ enthaltenen Variabeln y. Denn dass die Stufenzahl nicht kleiner als ν ist, kann schon daraus erschlossen werden, dass für das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ ein Fundamentalsystem von einer endlichen Anzahl von Elementen existirt; dass ferner die Stufenzahl nicht grösser als ν sein kann, oder dass $(N', N'', N''' \ldots)$ ein *eigentliches* Divisorensystem ist, d. h. dass nicht für eine von den Variabeln y unabhängige Grösse C eine Congruenz:

$$C \equiv 0 \;(\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots)$$

bestehen kann, folgt aus der Unmöglichkeit der Congruenz:

$$C'_0 + C'_1 y_1 + C'_2 y_2 + \ldots + C'_\nu y_\nu \equiv 0 \;(\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots),$$

welche bereits oben dargethan worden ist.

Das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ ist daher ebenso, wie das Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$, aus dem es abgeleitet ist, ein solches, dessen Stufenzahl mit der Anzahl der Variabeln übereinstimmt.

II. Das Ergebniss der vorstehenden Entwickelungen kann folgendermaassen formulirt werden:

Sind $1, f_1, f_2, \ldots f_\nu$ die Elemente eines Fundamentalsystems für irgend ein beliebiges Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$, dessen Stufenzahl der Anzahl der Variabeln gleich ist, und sind:

$$c_0^{(h,k)},\; c_1^{(h,k)},\; c_2^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

die Coefficienten, welche in den für die Producte $f_h f_k$ stattfindenden Congruenzen:

$$f_h f_k \equiv c_0^{(h,k)} + c_1^{(h,k)} f_1 + c_2^{(h,k)} f_2 + \ldots + c_\nu^{(h,k)} f_\nu \;(\text{modd. } M', M'', M''', \ldots)$$

auftreten, so ist das aus den Elementen:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu$$

bestehende Divisorensystem der Variabeln y vom Range ν, also ebenfalls von einem der Variabelnzahl gleichen Range, und die Grössen:

$$1, y_1, y_2, \ldots y_\nu$$

bilden daher ein Fundamentalsystem.

Jedes beliebige Modulsystem eines der Variabelnzahl gleichen Ranges liefert also ganz unmittelbar eine Lösung der obigen Aufgabe, und seine Ordnungszahl $\nu + 1$ ist es, welche die Anzahl der in der Aufgabe vorkommenden Variabeln y bestimmt. Dass sich auf diese Weise alle Lösungen der Aufgabe ergeben, ist evident. Denn die in der Aufgabe geforderten Modulsysteme sind selbst von der (relativ)[1] höchsten Stufe ν und von der Ordnung $\nu + 1$.

Man findet daher auf die angegebene Weise sämmtliche Systeme von Coefficienten:

$$c_0^{(h,k)},\; c_1^{(h,k)},\; c_2^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu),$$

welche in den zur Bildung allgemeiner complexer Zahlen:

$$a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$$

geeigneten Relationen:

$$i_h i_k = c_0^{(h,k)} + c_1^{(h,k)} i_1 + c_2^{(h,k)} i_2 + \ldots + c_\nu^{(h,k)} i_\nu \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

angewendet werden können.

III. Der Nachweis dafür, dass das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$, dessen $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Elemente durch den Ausdruck:

$$-c_0^{(h,k)} + \sum_{g=1}^{g=\nu} \left(\delta_{gh} y_k - c_g^{(h,k)}\right) y_g$$

---

[1] Der Ausdruck »relativ« wird im Art. V näher erörtert.

für $h \gtrless k$ und $h, k = 1, 2, \ldots \nu$ dargestellt sind, nicht von niedrigerem als νten Range sein kann, ist oben darauf gegründet worden, dass jede ganze Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ einer linearen Function der ν Grössen y *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ congruent ist, und dass also die $\nu + 1$ Grössen $1, y_1, y_2, \ldots y_\nu$ ein Fundamentalsystem *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ bilden, während dies offenbar nicht möglich wäre, wenn das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ einen niedrigeren als den νten Rang hätte.

Dieser indirecte Nachweis kann aber auch durch einen directen ersetzt werden, bei welchem ein das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthaltendes Modulsystem aufgestellt wird, in dessen einzelnen Elementen nur je eine der Variabeln y vorkommt, und dessen Stufenzahl daher ersichtlich mindestens gleich ν sein muss. Setzt man nämlich, um ein solches Modulsystem aufzustellen, zuvörderst:

$$\delta_{h,k} = 0 \text{ für } h \gtrless k \text{ und } \delta_{hk} = 1 \text{ für } h = k,$$

ferner:

$$\Delta_k = \left|\delta_{gh} y_k - c_g^{(h,k)}\right| \qquad (g, h = 1, 2, \ldots \nu),$$

und führt man endlich die Subdeterminanten Δ_{hk} mittels der Definitionsgleichungen:

$$\text{(D)} \qquad \sum_{h=1}^{h=\nu} (\delta_{gh} y_k - c_g^{(h,k)})\, \Delta_{hk} = \delta_{gk} \Delta_k \qquad (g, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

ein, so wird durch den Ausdruck:

$$\sum_{h=1}^{h=\nu} \left\{ - c_0^{(h,k)} + \sum_{g=1}^{g=\nu} (\delta_{gh} y_k - c_g^{(h,k)})\, y_g \right\} \Delta_{hk}$$

offenbar eine das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthaltende ganze Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ dargestellt. Dieselbe nimmt aber mit Hülfe der Gleichungen (D) die Form:

$$y_k \Delta_k - \sum_{h=1}^{h=\nu} c_0^{(h,k)} \Delta_{hk}$$

an, in welcher es sich zeigt, dass sie eine ganze Function von y_k allein, und zwar genau vom Grade $\nu + 1$ ist. Denn Δ_k ist eine ganze Function νten Grades von y_k, in welcher y_k^ν den Coefficienten Eins hat, und Δ_{hk} ist von niedrigerem als νten Grade. Setzt man nunmehr:

$$y_k \Delta_k - \sum_{h=1}^{h=\nu} c_0^{(h,k)} \Delta_{hk} = F^{(k)}(y_k) \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu),$$

so besteht die Congruenz:

$$\left(F'(y_1), F''(y_2), \ldots F^{(\nu)}(y_\nu)\right) \equiv 0 \;(\text{modd. } N', N'', N''', \ldots),$$

und das Modulsystem auf der linken Seite dieser Congruenz ist es, zu dessen Aufstellung die vorstehenden Entwickelungen führen sollten.

Setzt man:

$$y_0 = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_{\nu-1} y_{\nu-1} + u_\nu y_\nu,$$

wo $u_1, u_2, \ldots u_\nu$ »Unbestimmte« bedeuten, und führt man mittels dieser Definitionsgleichung von vorne herein die Variable y_0 an Stelle der Variabeln y_ν ein, so ergiebt sich durch die angegebene Methode eine ganze Function von y_0, welche das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthält, also eine Congruenz:

$$G(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu;\; u_1, u_2, \ldots u_\nu) \equiv 0 \;(\text{modd. } N', N'', N''', \ldots),$$

in welcher G eine ganze Function der in den Parenthesen enthaltenen Argumente bedeutet. Wird alsdann

$$u_h = \delta_{hk} \qquad (h = 1, 2, \ldots \nu)$$

genommen, so resultirt wieder eine Congruenz:

$$G(y_k;\; \delta_{1k}, \delta_{2k}, \ldots \delta_{\nu k}) \equiv 0 \;(\text{modd. } N', N'', N''', \ldots),$$

deren linke Seite eine ganze Function von y_k allein darstellt.

IV. Da das aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Elementen:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

bestehende Divisorensystem nicht von niedrigerem als ν tem Range sein kann, so genügt die Bedingung, dass es nicht von höherem Range, oder vielmehr, dass es ein eigentliches Divisorensystem sein soll, um die nicht geeigneten Divisorensysteme auszuschliessen. Man kann also anstatt, wie im art. II erörtert worden, von einem beliebigen Divisorensysteme relativ höchster Stufe ausgehend zur Aufstellung geeigneter Coefficienten-Systeme:

$$c_0^{(h,k)}, c_1^{(h,k)}, c_2^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

zu gelangen, die allgemeinsten derartigen Systeme dadurch bestimmen, dass man $\nu + 1$ lineare homogene Functionen jener $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Divisorensystem-Elemente mit unbestimmten Coefficienten $U', U'', \ldots$ bildet und deren in Beziehung auf die ν Variabeln y gebildete oder durch deren Elimination sich ergebende Resultante gleich Null setzt. Entwickelt man alsdann die Resultante nach den verschiedenen Producten von Potenzen der Unbestimmten U, so erhält man ein System von Gleichungen für die Coefficienten c, durch welche die geeigneten Coefficientensysteme:

$$c_0^{(h,k)}, c_1^{(h,k)}, c_2^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\; h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

vollkommen definirt werden. Die Coefficienten c bestimmen sich hiernach rein algebraisch und zwar als algebraische Functionen von unbestimmten Variabeln, also als Grössen eines Rationalitätsbereichs,

in welchem die Elemente entweder sämmtlich unbestimmte Variable sind oder mit Ausnahme eines einzigen, welches dann eine algebraische Function der übrigen ist.[1]

Dieser Punkt ist in jenen, im Eingang erwähnten Arbeiten über allgemeine complexe Zahlen nicht berührt worden, weil dort die Coefficienten der in den complexen Zahlen vorkommenden Rechnungssymbole keinerlei Beschränkung und desshalb auch keiner Erörterung unterzogen worden sind; er muss aber hervorgehoben werden, wenn man die vollständige Praecisirung der zulässigen complexen Zahlen, also ausser der Bestimmung der zulässigen Coefficienten-Systeme:

$$c_0^{(h,k)}, c_1^{(h,k)}, c_2^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu),$$

noch diejenige der zulässigen Coefficienten a in den complexen Zahlen:

$$a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$$

erlangen will.

Nun ist klar, dass in dem Bereich der Coefficienten a die Coefficienten c mit zugelassen werden müssen; offenbar genügt es aber auch, wenn man die Coefficienten a überhaupt auf einen Rationalitätsbereich beschränken will, irgend einen solchen dafür festzusetzen, welcher denjenigen der Coefficienten c enthält.

Auch die Divisorensysteme $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ mit den Elementen:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

sind demnach innerhalb eines bestimmten Rationalitätsbereiches $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ zu betrachten, zu welchem die Coefficienten c mit gehören. Dabei kann — wie im §. 8 meiner Festschrift — angenommen werden, dass alle ganzen Grössen des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$, auch wenn es ein Gattungsbereich ist, sich als ganze ganzzahlige Functionen der Elemente $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ darstellen lassen. Denn dies kann immer dadurch erreicht werden, dass man eine Anzahl ganzer Grössen des Gattungsbereichs, z. B. die sämmtlichen Elemente des Fundamentalsystems der Gattung, mit unter die Elemente $\mathfrak{R}$ aufnimmt. Ist dies geschehen, so sind die Elemente $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ durch eine Anzahl Gleichungen mit ganzzahligen Coefficienten:

$$\Phi'(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0,\ \Phi''(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0,\ \Phi'''(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0, \ldots$$

mit einander verbunden, welche ausreichend sind, um sämmtliche zwischen den Elementen $\mathfrak{R}$ bestehenden Relationen zu definiren. Dabei braucht dies, wie ausdrücklich hervorzuheben ist, nicht grade die kleinste Anzahl ausreichender Relationen zu sein, und es können also von den Gleichungen $\Phi' = 0, \Phi'' = 0, \Phi''' = 0, \ldots$ einige aus den

[1] Vgl. §. 3 meiner mehrfach citirten Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum.

anderen folgen; aber die Gleichungen $\Phi' = 0$, $\Phi'' = 0$, $\Phi''' = 0, \ldots$ müssen so beschaffen sein, dass jede andere zwischen den Elementen $\mathfrak{R}$ bestehende ganzzahlige Gleichung $\Phi = 0$ aus den aufgestellten Gleichungen hervorgeht, d. h. dass alsdann Φ sich als ganze lineare homogene Function von $\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ mit Coefficienten, welche selbst ganzzahlige Functionen der Elemente $\mathfrak{R}$ sind, darstellen lässt, oder, was dasselbe ist, dass die Congruenz:

$$\Phi \equiv 0 \; (\text{modd. } \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$$

stattfindet, wenn in $\Phi, \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ an Stelle von $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ lauter unabhängige Variable gesetzt werden.

V. Um die sich hieraus ergebenden Betrachtungen genauer zu entwickeln, knüpfe ich an das mit $(M', M'', M''', \ldots)$ bezeichnete Divisorensystem im art. I an. Bedeuten nämlich, wie dort, $M', M'', M''', \ldots$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$, und werden aber die Coefficienten der verschiedenen Producte von Potenzen der Variabeln x jetzt dahin beschränkt, dass dieselben dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören sollen, so kann man bei Behandlung der Divisorensysteme $(M', M'', M''', \ldots)$ die mit einander durch die algebraischen Relationen $\Phi' = 0$, $\Phi'' = 0$, $\Phi''' = 0, \ldots$ verbundenen Grössen $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ ersichtlich durch lauter unabhängige Variable $z_1, z_2, z_3, \ldots$ ersetzen, sobald man nur im Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$ die Functionen:

$$\Phi'(z_1, z_2, z_3, \ldots), \quad \Phi''(z_1, z_2, z_3, \ldots), \quad \Phi'''(z_1, z_2, z_3, \ldots), \ldots$$

als Elemente hinzugefügt.

Verfährt man in der angegebenen Weise, so gelangt man wieder auf den ebenen, sichern Boden der im §. 21 meiner Festschrift definirten Divisorensysteme, deren Elemente ganze Grössen eines bestimmten Rationalitätsbereichs sind; und der Rationalitätsbereich ist hier ein natürlicher, nämlich der Bereich der unbestimmten Variabeln $(x_1, x_2, \ldots x_n;\; z_1, z_2, z_3, \ldots)$, da $M', M'', M''', \ldots$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ sind, in deren Coefficienten die Grössen $\mathfrak{R}$ durch die Variabeln $z_1, z_2, z_3, \ldots$ ersetzt worden sind, während $\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ nur die Variabeln z enthalten.

Demgemäss führt die Praecisirung der bei der Bildung allgemeiner complexer Zahlen zulässigen Coefficienten c als algebraische Grössen eines bestimmten Rationalitätsbereichs auch dazu, den gesammten Inhalt der vorhergehenden Entwickelungen selbst näher zu praecisiren. Denn, versteht man nunmehr unter $G, M', M'', M''', \ldots$ ganze Grössen des natürlichen Rationalitätsbereichs $(x_1, x_2, \ldots x_n;\; z_1, z_2, z_3, \ldots)$ und

unter $\Phi, \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ ganze Grössen des Bereichs $(z_1, z_2, z_3, \ldots)$, so ist es die Congruenz:

$$\Phi G \equiv 0 \;(\text{modd. } M', M'', M''', \ldots \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots),$$

welche an die Stelle der im art. I erörterten Congruenz:

$$G \equiv 0 \;(\text{modd. } M', M'', M''', \ldots)$$

tritt und deren Bedeutung praecisirt. Da nämlich die erstere Congruenz eine Gleichung:

$$\Phi G = P_1' M' + P_1'' M'' + P_1''' M''' + \ldots + P_2' \Phi' + P_2'' \Phi'' + P_2''' \Phi''' \ldots$$

vertritt, in welcher die Grössen P ebenfalls ganze Grössen des Bereichs:

$$(x_1, x_2, \ldots x_n; \; z_1, z_2, z_3, \ldots)$$

sind, so reducirt sich die angegebene Gleichung, wenn darin die Variabeln z durch die Grössen $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ ersetzt, und die Relationen:

$$\Phi'(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0, \Phi''(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0, \Phi'''(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots) = 0, \ldots$$

benutzt werden, auf die Gleichung:

$$G = P' M' + P'' M'' + P''' M''' + \ldots.$$

Hierbei sind die Factoren P durch die Relationen:

$$P' = \frac{P_1'}{\Phi}, \quad P'' = \frac{P_1''}{\Phi}, \quad P''' = \frac{P_1'''}{\Phi}, \ldots$$

bestimmt, sie sind also, wie im art. I, ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören; und jene Gleichung $G = P'M' + P''M'' + \ldots$ war es, durch welche a. a. O. die Congruenz:

$$G \equiv 0 \;(\text{modd. } M', M'', M''', \ldots)$$

definirt worden ist.

Die Stufenzahl des Divisorensystems $(M', M'', M''', \ldots)$ ist im art. I nur relativ, nämlich nur in Beziehung auf die Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ bestimmt, und es ist dabei von den etwa in den Coefficienten vorkommenden Variabeln abgesehen worden. Diese »relative« Stufenzahl lässt sich aber aus der absoluten Stufenzahl des Divisorensystems:

$$(M', M'', M''', \ldots \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$$

ableiten, indem man von derselben die Stufenzahl des Divisorensystems $(\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$, welches nur die Variabeln z enthält, subtrahirt.

(Fortsetzung folgt.)

Bemerkungen über Dirichlet's letzte Arbeiten.

Von L. Kronecker.

In Hrn. Kummer's Gedächtnissrede[1] finden sich folgende Angaben über die »Resultate, welche Dirichlet in den letzten Jahren seines Lebens erarbeitet hat«.

»Aus dem, was er einzelnen Freunden über die Gegenstände seiner Forschungen gelegentlich mitgetheilt hat, geht hervor, dass er unter Andern eine vollständige Theorie der ternären, unbestimmten Formen zweiten Grades in seinem Kopfe fertig ausgeführt hatte, ferner dass es ihm gelungen war, die Annäherung der asymptotischen Gesetze für eine Art zahlentheoretischer Functionen, von welchen die Bestimmung der Häufigkeit der Primzahlen abhängt, um einen ganzen Grad weiter zu treiben, und dass er einen mathematisch vollkommen strengen Beweis der Stabilität des Weltsystems gefunden hatte. Von einer grossen und besonders werthvollen Entdeckung aus der letzten Zeit seines Lebens, nämlich einer ganz neuen, allgemeinen Methode der Behandlung und Auflösung der Probleme der Mechanik, hat er nur gegen einen seiner Freunde, Hrn. Kronecker, mit dem er in dem intimsten wissenschaftlichen und freundschaftlichen Verkehr stand, einmal im Sommer 1858 gesprochen. Er hatte selbst auf diese Entdeckung ein ganz besonderes Gewicht gelegt und Hrn. Kronecker gebeten, vorläufig gegen Niemand davon zu sprechen. Dieser hat darum erst nach Dirichlet's Tode seinen Freunden das mitgetheilt, was er von ihm darüber erfahren hatte, namentlich dass diese Methode nicht darauf hinausgehe, die Integrationen der betreffenden Differenzialgleichungen auf Quadraturen zurückzuführen, weil dieses Mittel, durch welches Jacobi versucht hat die Lösung der mechanischen Probleme zu gewinnen, zu beschränkt sei, dass sein Verfahren vielmehr in einer stufenweisen Annäherung bestehe, bei welcher jeder neue Schritt zugleich eine vollständigere und genauere Einsicht in die Natur der durch die Bedingungen der Aufgabe bestimmten Bewegungen gewähre,

[1] Abhandlungen der Akademie 1860, S. 35.

endlich dass die Theorie der kleinen Schwingungen zur Auffindung dieser Methode einen gewissen Anhalt biete.«

Nun heisst es unter Hinweis auf die angeführten Stellen der Kummer'schen Gedächtnissrede in einer im 7. Bande der Acta Mathematica (S. II) enthaltenen Publication nach Formulirung der Aufgabe:

»Es sollen für ein beliebiges System materieller Punkte, die einander nach dem Newton'schen Gesetze anziehen, unter der Annahme, dass niemals ein Zusammentreffen zweier Punkte stattfinde, die Coordinaten jedes einzelnen Punktes in unendliche, aus bekannten Functionen der Zeit zusammengesetzte und für einen Zeitraum von unbegrenzter Dauer gleichmässig convergirende Reihen entwickelt werden.«

»Dass die Lösung dieser Aufgabe, durch deren Erledigung unsere Einsicht in den Bau des Weltsystems auf das Wesentlichste würde gefördert werden, nicht nur möglich, sondern auch mit den gegenwärtig uns zu Gebote stehenden analytischen Hülfsmitteln erreichbar sei, dafür spricht die Versicherung Lejeune Dirichlet's, der kurz vor seinem Tode einem befreundeten Mathematiker mitgetheilt hat, dass er eine allgemeine Methode zur Integration der Differentialgleichungen der Mechanik entdeckt habe, sowie auch, dass es ihm durch Anwendung dieser Methode gelungen sei, die Stabilität unseres Planetensystems in vollkommen strenger Weise festzustellen. Leider ist uns von diesen Untersuchungen Dirichlet's, ausser der Andeutung, dass zur Auffindung seiner Methode die Theorie der kleinen Schwankungen[1] einen gewissen Anhalt biete, nichts erhalten worden; ....«

Die Quelle für die aus der Kummer'schen Gedächtnissrede citirten Angaben über Dirichlet's letzte Arbeiten bilden die Mittheilungen, welche ich zur Zeit meinem Freunde Kummer gemacht habe, und die Wortfassung ist auch unter meiner Zuziehung erfolgt. Da aber dem Sinne, welcher damit ausgedrückt werden sollte, die Auffassung, welche sich in jener Publication der Acta Mathematica kundgiebt, keineswegs entspricht, so glaube ich einige Erläuterungen hinzufügen zu müssen.

Es war während eines mehrtägigen Aufenthalts in Göttingen im Sommer 1858[2], als mir Dirichlet sowohl die eine als auch die andere der beiden Mittheilungen machte, auf welche sich die Publication der Acta Mathematica beruft. Aber die Verbindung, in welche dort die beiden Mittheilungen gebracht werden, entspricht nicht dem wirklichen Sachverhalt. Die Mittheilungen erfolgten vielmehr an zwei verschiedenen Tagen, in ganz verschiedener Weise, und ohne dass bei der einen irgend wie auf die andere Bezug genommen wurde.

[1] »Schwingungen« s. o. in der Kummer'schen Gedächtnissrede.
[2] Ungefähr zehn Monate vor Dirichlet's Tode.

Die der Zeitfolge nach erste Mittheilung DIRICHLET's betraf seinen Beweis für die Stabilität des Weltsystems. Sie war, bei aller Betonung der Wichtigkeit der Sache, gewissermaassen anspruchlos gehalten, und ich hatte den Eindruck, dass DIRICHLET durch Aufsuchung der eigentlichen Quellen der Erkenntniss, ähnlich wie in seinem klassischen Aufsatze über die Stabilität des Gleichgewichts, den Beweis in grossartiger Einfachheit und Übersichtlichkeit erlangt und im Kopfe fertig hatte, und dass er ihn bald zu veröffentlichen gedachte.

Die Mittheilung, betreffend die Entdeckung einer neuen allgemeinen Methode der Behandlung und Auflösung der Probleme der Mechanik, erfolgte an einem anderen Tage auf einem Spaziergange, fast in der Form einer feierlichen Eröffnung. DIRICHLET begann damit, mir vorläufig Stillschweigen über das, was er mir nun mittheilen würde, aufzuerlegen, und am Schlusse schien es mir, als ob er die Veröffentlichung dieser seiner Entdeckung, welche wohl auch noch grossen Aufwand an Zeit erfordert hätte, nicht unmittelbar in Aussicht nähme. In seinen Aeusserungen über die von ihm angewendete Methode betonte er wiederholt, dass sie nicht durch Quadraturen, nicht durch Reihen ein fertiges Resultat liefere, sondern dass sie in einem »Verfahren« bestehe, mittels dessen man eine stufenweise Annäherung an das gesuchte Resultat erlange.

Ich habe mich bemüht, in dem knappen für die KUMMER'sche Gedächtnissrede verfassten Berichte den grossen Unterschied in Form und Inhalt der beiden Mittheilungen kenntlich zu machen; sie erscheinen dort auch dadurch gänzlich von einander abgetrennt, dass mein Name bloss bei der zweiten Mittheilung angeführt ist, während die Auffindung eines Beweises der Stabilität des Weltsystems zusammen mit der von zwei Ergebnissen[1] arithmetischer Untersuchungen in unbestimmter Weise als »einzelnen Freunden« mitgetheilt erwähnt wird. Hierdurch glaubte ich der Annahme einer Verbindung der beiden Mittheilungen, wie sie in der Publication der Acta Mathematica enthalten ist, vorzubeugen.

Die Äusserungen, welche DIRICHLET mir gegenüber gethan hat, können auch nicht, wie es in der erwähnten Publication geschieht, als Beleg für diejenige Art der Lösbarkeit der Aufgabe geltend gemacht werden, welche dort eben auf Grund der DIRICHLET'schen

---

[1] Das zweite bezieht sich auf die zahlentheoretische Function $\sum_{s=1}^{s=n}\left[\frac{n}{s}\right]$ und ist in dem von DIRICHLET an mich gerichteten Briefe vom 23. Juli 1858 erwähnt (vergl. die Göttinger Nachrichten vom 16. December 1885, S. 381).

Mittheilungen als möglich und jetzt erreichbar bezeichnet wird. Denn Dirichlet hat mir ausdrücklich erklärt, dass er die Lösung nicht in der Form von Reihen erhalten habe. Dabei hat er wohl, indem er sein »Verfahren« und die Entwickelung in Reihen in Gegensatz stellte, den Ausdruck »Reihe« nur im gewöhnlichen Sinne einer nach bekannten Functionen fortschreitenden Reihe genommen. Denn als »Reihe« im allgemeineren Sinne lässt sich auch das Resultat jedes »Verfahrens« auffassen.

Dirichlet hatte unmittelbar, ehe er mir die Eröffnung bezüglich seiner neuen Methode der Behandlung von Problemen der Mechanik machte, über seine vielfache Beschäftigung mit der Potentialtheorie gesprochen, und ich habe den Eindruck bekommen, als ob auch ein innerer Zusammenhang zwischen seinen Untersuchungen über diese Theorie und jenen Gedanken über die Behandlung mechanischer Probleme bestände.

In Dirichlet's Papieren habe ich keine Andeutung über seine letzten Entdeckungen gefunden. Er pflegte eben fast keine schriftlichen Aufzeichnungen zu machen, ehe er an die für den Druck bestimmte Ausarbeitung ging.[1] Ob etwa die auf ein weisses Löschblatt geschriebenen Worte:[2] »Exposition d'une nouvelle methode de calculer les perturbations planetaires« als Entwurf eines Titels zu einer für die Mittheilung jener Entdeckungen bestimmten Abhandlung zu deuten sind, muss ich dahingestellt sein lassen.

[1] »Die Klarheit und Bestimmtheit seines Denkens« — heisst es in der Kummer-schen Gedächtnissrede — »und die ungewöhnliche Kraft seines Gebächtnisses, vermöge deren er das einmal Gedachte und Erforschte zu jeder Zeit vollkommen gegenwärtig behielt, machten ihm den Gebrauch der Feder beim Arbeiten fast ganz entbehrlich«.

[2] Sie sind hier genau copirt; die Accente fehlen auch in der Urschrift.

Ausgegeben am 19. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

18. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Pernice las zur Vertragslehre der römischen Juristen.

2. Hr. Dillmann legte vor zwei von dem Reisenden Hrn. Eduard Glaser eingegangene Kartenskizzen, eine von der Umgebung von Mârib und eine vom Ostabhang des Jemenischen Serât und einem Theile der Wüste Dehna oder Rub' el ḥali, sowie die Abschrift einiger Inschriftsteine aus dem Haram Bilkis in Mârib.

Die Veröffentlichung wird vorbehalten.

Ausgegeben am 26. April.

1888.
XX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

---

19. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. Ewald las: Nachträge über die Beziehungen von Menaspis zu verwandten Fischgattungen.

Die Mittheilung wird in einem späteren Bericht erscheinen.

Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

Von L. Kronecker.

(Vorgetragen am 12. April [s. oben S. 427].)

(Fortsetzung.)

VI. Die Divisorensysteme $(N', N'', N''', \ldots)$, auf welche nunmehr zurückzukommen ist, können erst nach der im art. IV erfolgten Festsetzung eines Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ in Primmodulsysteme und Nicht-Primmodulsysteme unterschieden werden.[1]

Die Grössen $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ können aber gemäss den im art. V enthaltenen Ausführungen überall durch die Variabeln z ersetzt werden, wenn stets das Modulsystem $(\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$ hinzugenommen wird, d. h. wenn immer an Stelle der Gleichheit die Congruenz *modulis* $\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ und an Stelle der Congruenz für irgend ein Modulsystem die Congruenz für dasjenige gesetzt wird, welches durch Hinzufügung der Elemente $\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ entsteht.

Da nämlich in den mit $N', N'', N''', \ldots$ bezeichneten ganzen Functionen der Variabeln y:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,h)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2 \ldots \nu),$$

die Coefficienten c als ganze ganzzahlige Functionen der Grössen $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$, dividirt durch eine bestimmte ganze ganzzahlige Function $\Phi(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$, vorausgesetzt sind, so hat man, wenn diese Grössen $\mathfrak{R}$ überall durch die Variabeln z ersetzt werden, bei der Behandlung des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ die Elemente N mit $\Phi(z_1, z_2, z_3, \ldots)$ zu multipliciren und ihnen die ferneren Elemente:

$$\Phi'(z_1, z_2, z_3, \ldots), \quad \Phi''(z_1, z_2, z_3, \ldots), \quad \Phi'''(z_1, z_2, z_3, \ldots), \ldots$$

[1] Vergl. den Schluss des §. 2 meiner Festschrift, sowie die näheren Erörterungen, betreffend die Primmodulsysteme in den einleitenden Bemerkungen zu meiner Abhandlung »Über einige Anwendungen der Modulsysteme« (Bd. 99 des Journals f. Math. S. 337 und 338).

hinzuzufügen. Ist dann ρ die Stufenzahl des Divisorensystems $(\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$, so ist der absolute Rang des Divisorensystems $(\Phi N', \Phi N'', \Phi N''', \ldots \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$ gleich $\nu + \rho$, da der oben nur in Beziehung auf die Variabeln y genommene »relative« Rang des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ gleich ν war.

Dass ferner eine ganze Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören,

$$G(y_1, y_2, \ldots y_\nu; \mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots),$$

ein aus eben solchen ganzen Functionen gebildetes Divisorensystem enthält, wird, indem die Grössen $\mathfrak{R}$ durch die Variabeln z ersetzt werden, genau durch das Bestehen einer Congruenz:

$$\Phi \cdot G(y_1, y_2, \ldots y_\nu;\ z_1, z_2, z_3, \ldots) \equiv 0 \ (\text{modd. } F', F'', F''', \ldots \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots)$$

ausgedrückt, in welcher $\Phi, \Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ ganze ganzzahlige Functionen der Variabeln z bedeuten, während $F', F'', F''', \ldots$ ganze ganzzahlige Functionen der Variabeln y und z sind. Die Eigenschaften, welche ein System ganzer Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ — innerhalb eines Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ ihrer Coefficienten — als Primmodulsystem charakterisiren, übertragen sich also unmittelbar auf dasjenige Divisorensystem, welches entsteht, wenn man die Grössen $\mathfrak{R}$ durch die unabhängigen Variabeln z ersetzt und den Elementen des Divisorensystems die Functionen $\Phi', \Phi'', \Phi''', \ldots$ hinzufügt.

Doch sollen im Folgenden die Grössen $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ selbst beibehalten werden, da die vorstehenden Bemerkungen genügen, um zu zeigen, dass die zwischen den Grössen $\mathfrak{R}$ etwa bestehenden algebraischen Beziehungen durch Hinzunahme von Congruenzen ersetzt werden können.

VII. Ist das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ im Rationalitätsbereich $(y_1, y_2, \ldots y_\nu;\ \mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \ldots)$ prim, so theilen sich gemäss den a. a. O. im 99. Bande des Journals f. Math. enthaltenen Ausführungen die ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ in zwei Gruppen, von denen die eine alle das Divisorensystem νter Stufe $(N', N'', N''', \ldots)$ enthaltenden Functionen, die andere alle übrigen umfasst. Für jede der Functionen der zweiten Gruppe, $G(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, giebt es eine im Sinne der Congruenz *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ reciproke Function $\bar{G}(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ derselben Gruppe, welche also der Congruenz:

$$G(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \cdot \bar{G}(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv 1 \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

genügt, und die Functionen der zweiten Gruppe sind als solche durch das Bestehen einer derartigen Congruenz vollständig charakteri-

sirt, während für die ganzen Functionen $F(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, welche der ersten Gruppe angehören und als solche durch die Congruenz:

$$F(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv 0 \ (\text{modd}, N', N'', N''', \ldots)$$

definirt werden, keine reciproken Functionen existiren.

Ein Product ganzer Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ gehört dann und nur dann zur zweiten Gruppe, wenn jeder von den Factoren dazu gehört. Denn wenn die Functionen G und G_1 zur zweiten Gruppe gehören und deren reciproke Functionen derselben Gruppe mit G, G_1 bezeichnet werden, so ist:

$$G G = 1, \quad G_1 G_1 = 1, \quad \text{also } G G_1 \cdot G \tilde{G}_1 \equiv 1 \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots),$$

und die letztere Congruenz charakterisirt das Product $G G_1$ als eine Function der zweiten Gruppe. Andererseits wird durch die aus der Congruenz $F \equiv 0$ folgende Congruenz:

$$F(y_1, y_2, \ldots y_\nu)\, \Phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv 0 \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

das Product von F mit irgend einer ganzen Function Φ als der ersten Gruppe angehörig charakterisirt.

Ein Product ganzer Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ enthält also das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ nur dann, wenn irgend einer der Factoren dasselbe enthält.

Für jede der complexen Zahlen $a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$, deren Coefficienten $a_0, a_1, a_2, \ldots a_\nu$ dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ angehören und deren Coefficientensystem:

$$c_0^{(h,k)}, c_1^{(h,k)}, \ldots c_\nu^{(h,k)} \qquad (h \gtrless k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

durch die Elemente eines Primmodulsystems $(N', N'', N''', \ldots)$ bestimmt ist, giebt es daher eine solche, die ihren reciproken Werth darstellt, und es gilt für diese complexen Zahlen der Satz, dass ein Product nur dann gleich Null werden kann, wenn einer der Factoren gleich Null ist.

VIII. Gemäss den schon oben angeführten, in meiner erwähnten Abhandlung auf S. 337 des 99. Bandes des Journals f. Math. entwickelten Begriffsbestimmungen ist das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ nicht Primmodulsystem, wenn es andere Divisorensysteme νter Stufe $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ enthält. Es bestehen alsdann Gleichungen:

$$\text{(E)} \qquad N^{(h)} = \mathfrak{N}' \mathfrak{P}'_h + \mathfrak{N}'' \mathfrak{P}''_h + \mathfrak{N}''' \mathfrak{P}'''_h + \ldots \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots),$$

in welchen $\mathfrak{P}'_h, \mathfrak{P}''_h, \mathfrak{P}'''_h, \ldots$ ganze Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ bedeuten, während umgekehrt wenigstens nicht alle Functionen $\mathfrak{N}$ sich in der Form:

$$N' P' + N'' P'' + N''' P''' + \ldots$$

so ausdrücken lassen, dass $P', P'', P''', \ldots$ ganze Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ werden.

Da der Voraussetzung nach das Divisorensystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ in dem Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthalten ist, so kann man dem ersteren die sämmtlichen Elemente des letzteren hinzufügen. Existirten nun ganze Functionen $\mathfrak{P}(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, $P(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, für welche:

$$\mathfrak{N}'\mathfrak{P}' + \mathfrak{N}''\mathfrak{P}'' + \mathfrak{N}'''\mathfrak{P}''' + \ldots + N'P' + N''P'' + N'''P''' + \ldots = 1$$

wäre, so würde das Modulsystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots N', N'', N''', \ldots)$, welches mit $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ aequivalent ist, kein eigentliches Modulsystem sein. Es kann daher auch keine Congruenz:

$$\mathfrak{N}'\mathfrak{P}' + \mathfrak{N}''\mathfrak{P}'' + \mathfrak{N}'''\mathfrak{P}''' + \ldots \equiv 1 \;(\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

geben, und es existirt also für keine der das Divisorensystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ enthaltenden ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ eine solche, die deren reciproken Werth im Sinne der Congruenz *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ darstellte.

Unter den complexen Zahlen $a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$, welche durch Nicht-Primmodulsysteme $(N', N'', N''', \ldots)$ bestimmt werden, giebt es daher stets solche, deren reciproker Werth nicht durch eine solche complexe Zahl dargestellt werden kann.

IX. Bildet man ν lineare homogene Verbindungen der $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Elemente des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ mit unbestimmten Coefficienten $U', U'', U''', \ldots$ und nimmt zu diesen ν ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ als $(\nu+1)$te Function den Ausdruck:

$$y_0 - (u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu)$$

hinzu, in welchem $u_1, u_2, \ldots u_\nu$ »Unbestimmte« bedeuten, so ist die in Beziehung auf $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ gebildete Resultante der $\nu+1$ Functionen eine ganze Function von $y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu$ und den Unbestimmten U, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ angehören. Aber vermöge der Voraussetzung, dass das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ vom νten Range ist, muss die bezeichnete Resultante einen von den Unbestimmten U unabhängigen Factor:

$$R(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$$

mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ enthalten.

Das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ ist prim oder nicht-prim, je nachdem $R(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ im Rationalitätsbereich $(y_0, \mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ irreductibel oder reductibel ist. Die Discriminante des Systems $(N', N'', N''', \ldots)$ ist nur dann gleich Null, wenn die Discriminante

der mit $R(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ bezeichneten Function von y_0 gleich Null ist.

X. Um dies näher zu begründen, knüpfe ich an jene Definition an, welche ich im §. 10 meiner mehrerwähnten Festschrift für die »Discriminante eines Systems von n homogenen Functionen von $n+1$ Variabeln« gegeben habe.

Bezeichnet man, wie dort, den Ausdruck:

$$\sum_{h_0, h_1, \ldots h_n} C_{h_0, h_1, \ldots h_n} x_0^{h_0} x_1^{h_1} \ldots x_n^{h_n} \qquad \begin{pmatrix} h_0, h_1, \ldots\ldots h_n = 0, 1, \ldots r_k \\ h_0 + h_1 + \ldots + h_n = r_k \end{pmatrix},$$

also eine »vollständige« ganze homogene Function der $n+1$ Variabeln x von der Dimension r_k, mit:

$$F_k(x_0, x_1, \ldots x_n)$$

für $k = 1, 2, \ldots n$, und bildet man mittels Elimination von $x_0, x_1, \ldots x_n$ die Resultante desjenigen Systems von $n+1$ homogenen Functionen der Variabeln x, welches aus den n Functionen $F_1, F_2, \ldots F_n$ und der in Beziehung auf $x_0, x_1, \ldots x_n$ genommenen Functionaldeterminante der $n+1$ Functionen:

$$u_0 x_0 + u_1 x_1 + \ldots + u_n x_n, F_1, F_2, \ldots F_n$$

besteht, so hat diese Resultante eine ganze ganzzahlige Function der Coefficienten C als grössten von den Unbestimmten $u_0, u_1, \ldots u_n$ unabhängigen Factor, und diese bis auf das Vorzeichen völlig bestimmte Function der Coefficienten C ist es, welche a. a. O. die Discriminante des Functionensystems $(F_1, F_2, \ldots F_n)$ genannt worden ist. Dieselbe Function der Coefficienten C kann aber auch in etwas modificirter Weise definirt werden. Bildet man nämlich mittels Elimination der n Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ aus demjenigen System von $n+1$ Functionen, welches aus den n Functionen:

$$F_1(1, x_1, x_2, \ldots x_n), F_2(1, x_1, x_2, \ldots x_n), \ldots F_n(1, x_1, x_2, \ldots x_n)$$

und deren Functionaldeterminante besteht, die Resultante, so erhält man eine ganze ganzzahlige Function der Coefficienten C, welche die Resultante der n homogenen Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$:

$$F_k(0, x_1, x_2, \ldots x_n) \qquad (k = 1, 2, \ldots n)$$

als Factor enthält; und der andere Factor ist eben jene ganze Function der Coefficienten C, welche als Discriminante des Systems

$$F_k(x_0, x_1, x_2, \ldots x_n) \qquad (k = 1, 2, \ldots n)$$

bezeichnet worden ist, und welche auch füglich als »die Discriminante des Systems der n nicht-homogenen Functionen«:

$$F_k(1, x_1, x_2, \dots x_n) \qquad (k = 1, 2, \dots n)$$

bezeichnet werden kann.

Für ein System von mehr als n ganzen Functionen von n Variabeln tritt an die Stelle der Discriminante selbst eine Discriminantenform[1]. Um diese für irgend ein System ganzer Functionen von $x_1, x_2, \dots x_n$, deren Coefficienten ganze Grössen eines Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$ sind, zu erhalten, hat man nur, falls eben die Anzahl der Functionen grösser als n ist, n lineare homogene Functionen derselben mit unbestimmten Coefficienten $U_1, U_2, \dots$ zu bilden. Die Discriminante des Systems der auf diese Weise gebildeten n Functionen von $x_1, x_2, \dots x_n$ ist eine ganze Function der Unbestimmten $U_1, U_2, \dots$, welche als solche die »Discriminantenform« jenes Systems von mehr als n Functionen darstellt.

XI. Es seien nun $(F_1, F_2, \dots)$, $(G_1, G_2, \dots)$ zwei Systeme von Functionen von $x_1, x_2, \dots x_n$, von denen das erstere in dem letzteren enthalten ist, und die Coefficienten der Multiplicatoren Φ in den Gleichungen:

$$G_h = \sum_k \Phi_{hk} F_k \qquad (h, k = 1, 2, \dots),$$

welche jene Beziehung zwischen den beiden Divisorensystemen

$$(F_1, F_2, \dots), (G_1, G_2, \dots)$$

ausdrücken, seien ebenso wie die Coefficienten der Functionen F und G ganze Grössen des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$. Bildet man dann die je n linearen homogenen Functionen:

$$\sum_k U_{ik} F_k, \quad \sum_h V_{ih} G_h \qquad (i = 1, 2, \dots n;\ h, k = 1, 2, \dots)$$

mit unbestimmten Coefficienten U, V, so gehen die ersteren in die letzteren mittels der Transformationsgleichungen:

$$U_{ik} = \sum_h V_{ih} \Phi_{hk} \qquad (i = 1, 2, \dots n;\ h, k = 1, 2, \dots)$$

über. Man erhält daher die Discriminantenform des Systems $(G_1, G_2, \dots)$ mit den Unbestimmten V_{ih}, wenn man in der Discriminantenform des Systems $(F_1, F_2, \dots)$ die Unbestimmten U_{ik} in der angegebenen Weise transformirt, und es tritt hierdurch in Evidenz, dass jeder der Coefficienten der Producte von Potenzen der Variabeln V in der Discriminantenform des Systems $(G_1, G_2, \dots)$ sich als lineare homogene ganze Function der Coefficienten der verschiedenen Producte von

[1] Vergl. §. 25 meiner Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum.

Potenzen der Variabeln U in der Discriminantenform des Systems $(F_1, F_2, \ldots)$ darstellen lässt, und zwar so, dass die Coefficienten der linearen Ausdrücke ganze Grössen des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ sind. Denn diese Coefficienten ergeben sich bei jener Transformation zuvörderst als ganze ganzzahlige Functionen der Multiplicatoren Φ, welche ganze Functionen der Variabeln x mit ganzen dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehörigen Coefficienten sind, und die Variabeln x müssen bei der erwähnten Darstellung wegfallen, weil sie in keiner der beiden Discriminantenformen vorkommen.

Da hiernach das Modulsystem, dessen Elemente die verschiedenen Coefficienten der Discriminantenform von $(G_1, G_2, \ldots)$ sind, dasjenige enthält, welches aus den verschiedenen Coefficienten der Discriminantenform von $(F_1, F_2, \ldots)$ zu bilden ist, und da — wie im §. 22 meiner Festschrift — das Enthaltensein von den Coefficientensystemen der Formen auf die Formen selbst übertragen werden kann, so resultirt der Satz:

> Die Discriminantenform eines Divisorensystems $(G_1, G_2, \ldots)$ enthält die Discriminantenform jedes anderen Divisorensystems $(F_1, F_2, \ldots)$, welches in dem ersteren enthalten ist;

und dieser Satz steht in der engsten Beziehung zu jenem über Discriminanten von Gattungen, welchen ich im §. 9 meiner Festschrift hergeleitet habe.

XII. Aus vorstehendem Satze folgt unmittelbar, dass die Discriminantenform eines Divisorensystems $(G_1, G_2, \ldots)$ gleich Null sein muss, wenn dies, wie jetzt vorausgesetzt werden soll, für irgend ein darin enthaltenes Divisorensystem $(F_1, F_2, \ldots)$ der Fall ist.

Bedeutet nun, wie in den §§. 10 und 20 meiner Festschrift,

$$F(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n; u_1, u_2, \ldots u_n)$$

diejenige Function von $x_1, x_2, \ldots x_n$, welche, gleich Null gesetzt, die Resolvente des Gleichungssystems $F_1 = 0, F_2 = 0, \ldots$ liefert, so besteht die Congruenz:

$$F(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n; u_1, u_2, \ldots u_n) \equiv 0 \ (\text{modd. } F_1, F_2, \ldots).$$

Es kann aber auch schon für einen Divisor der Function F eine solche Congruenz stattfinden, und es sei deshalb:

$$f(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n; u_1, u_2, \ldots u_n)$$

irgend ein Theiler von F, für welchen:

$$f(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n; u_1, u_2, \ldots u_n) \equiv 0 \ (\text{modd. } F_1, F_2 \ldots)$$

ist. Das System von n Functionen, welches man erhält, wenn man

an die Stelle der Unbestimmten u in der Function f der Reihe nach n verschiedene Systeme von Unbestimmten, also:

$$u_1 = u'_{h1}\,,\; u_2 = u'_{h2}\,,\; \ldots\; u_n = u'_{hn} \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

setzt, ist demnach ein solches, welches, wie jenes Functionensystem $(G_1, G_2, \ldots)$, das Divisorensystem $(F_1, F_2, \ldots)$ enthält; seine Discriminante muss daher gleich Null sein. Diese Discriminante kann (gemäss art. VIII) als Product derjenigen Resultante R_f, welche durch Elimination der n Variabeln x aus den n Functionen (f) des Systems und ihrer Functionaldeterminante hervorgeht, mit der Resultante der auf die Glieder der höchsten Dimension beschränkten Functionen f dargestellt werden. Da aber diese letztere Resultante offenbar gleich Eins ist, so stimmt die Discriminante des Systems der n Functionen (f) mit jener Resultante R_f überein, und es muss daher $R_f = 0$ sein. Transformirt man das System der n Functionen (f) mittels der Substitution:

$$u'_{h1}x_1 + u'_{h2}x_2 + \ldots + u'_{hn}x_n = x'_h \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

in das System der n Functionen:

$$f(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn}) \qquad (h = 1, 2, \ldots n),$$

so unterscheidet sich die Discriminante des ursprünglichen Systems nur durch eine Potenz der Substitutionsdeterminante:

$$|u'_{hk}| \qquad (h, k = 1, 2, \ldots n)$$

von der Discriminante des transformirten Systems. Nun ist die Functionaldeterminante des letzteren offenbar gleich dem Product der n Functionen:

$$f'(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn}) \qquad (h = 1, 2, \ldots n),$$

wenn $f'(x;\, u_1, u_2, \ldots u_n)$ die nach x genommene Ableitung der Function $f(x;\, u_1, u_2, \ldots u_n)$ bedeutet; ferner ist die Resultante der $n+1$ Functionen:

$$f(x'_1;\; u'_{11}, u'_{12}, \ldots u'_{1n}), \ldots f(x'_n;\; u'_{n1}, u'_{n2}, \ldots u'_{nn}),\; \prod_{h=1}^{h=n} f'(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn})$$

gleich einem Producte von Potenzen der einzelnen Resultanten, welche durch Elimination von x'_h aus den beiden Functionen:

$$f(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn}),\;\; f'(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn})$$

hervorgehen, d. h. gleich einem Product von Potenzen der einzelnen Discriminanten von:

$$f(x'_h;\; u'_{h1}, u'_{h2}, \ldots u'_{hn}) \qquad (h = 1, 2, \ldots n).$$

Dieses Product muss also gleich Null sein, und es ergiebt sich daher,

dass die Discriminante eines jeden Divisors von

$$F(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n),$$

der — ebenso wie F selbst — das Divisorensystem $(F_1, F_2, \ldots)$ enthält, nothwendig gleich Null sein muss, wenn die Discriminante dieses Divisorensystems selbst gleich Null ist.

Nimmt man die ν Variabeln $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ an Stelle der n Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ und das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ an Stelle des Divisorensystems $(F_1, F_2, \ldots)$, so tritt die oben im art. IX mit

$$R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu;\ u_1, u_2, \ldots u_\nu)$$

bezeichnete Function an Stelle von

$$F(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \ldots + u_n x_n;\ u_1, u_2, \ldots u_n).$$

und der am Schlusse des art. IX aufgestellte Satz, dass die Discriminante (oder Discriminantenform) des Systems $(N', N'', N''', \ldots)$ nur dann gleich Null sein kann, wenn die Discriminante von $R(y_0;\ u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ gleich Null ist, findet also in den obigen Entwickelungen seine Begründung.

XIII. Ist $f(y_0;\ u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ ein Divisor möglichst niedrigen Grades von $R(y_0;\ u_1, u_2, \ldots u_\nu)$, welcher — ebenso wie R selbst — das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthält, so muss gemäss dem im vorhergehenden Abschnitt bewiesenen Satze die Discriminante von $f(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ gleich Null sein, wenn die Discriminante von $(N', N'', N''', \ldots)$ gleich Null ist; die Function $f(y_0)$ muss also gleiche Factoren enthalten. Wenn nun mit $g(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ der grösste gemeinschaftliche Theiler der Function f und ihrer Ableitung f' und mit f_0 der Quotient der Division von f durch g bezeichnet wird, so ist $f_0(y_0; u_1, u_2, \ldots u_\nu)$ offenbar eine ganze Function von $y_0, u_1, u_2, \ldots u_\nu$, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, und welche jeden Linearfactor von $f(y_0)$ nur ein Mal enthält. Eine Potenz von f_0 muss also durch f theilbar sein, und wenn r den kleinsten Exponenten bedeutet, für den dies der Fall ist, so muss:

$$f_0^h(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu;\ u_1, u_2, \ldots u_\nu)$$

das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthalten oder nicht enthalten, je nachdem $h \geqq r$ oder $h < r$ ist.

Man sieht hieraus, dass es für Divisorensysteme $(N', N'', N''', \ldots)$, deren Discriminante Null ist, stets ganze Functionen der Variabeln y giebt, welche erst zu einer gewissen Potenz erhoben congruent Null werden. Dass dies auch für Divisorensysteme mit verschwindender Discriminante charakteristisch ist, soll im folgenden Abschnitte dargethan werden, in welchem die Divisorensysteme $(N', N'', N''', \ldots)$,

deren Discriminante oder Discriminantenform von Null verschieden ist, näher zu betrachten sind.

XIV. Gemäss den im §. 20 meiner Festschrift gegebenen Entwickelungen kann man unter der Voraussetzung, dass die Discriminante des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ von Null verschieden ist, für jede ganze Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ eine ihr *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ congruente ganze Function der einen linearen Verbindung:

$$u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu$$

aufstellen, so dass für jede ganze Function $\phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ und eine entsprechende ganze Function $\phi_0(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu)$:

$$\phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv \phi_0(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \pmod{N', N'', N''', \ldots}$$

wird. Es besteht ferner, wie a. a. O. gezeigt ist, für die oben im art. IX mit $R(y_0)$ bezeichnete Resultante die Congruenz:

$$R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0 \quad (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots).$$

Nach der Bildungsweise der Resultante $R(y_0)$ ergiebt sie sich als Product aller derjenigen Ausdrücke:

$$y_0 - (u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu),$$

welche man erhält, wenn man für $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ die sämmtlichen den Gleichungen:

$$N' = 0, \quad N'' = 0, \quad N''' = 0, \ldots$$

genügenden Werthsysteme setzt. Hieraus erhellt, dass die Discriminante von R nicht Null sein kann, wenn die erwähnten Werthsysteme sämmtlich von einander verschieden sind; und dies ist der Fall, da die Discriminante des Functionensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ als von Null verschieden vorausgesetzt worden ist.

Soll nun die Congruenz:

$$\phi^h(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv 0 \quad (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

stattfinden, so muss:

$$\phi_0^h(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0 \; (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

sein, und es muss daher $\phi_0^h(y_0)$ für alle diejenigen Werthe:

$$y_0 = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu$$

gleich Null werden, welche resultiren, wenn man für $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ die sämmtlichen den Gleichungen:

$$N' = 0, \quad N'' = 0, \quad N''' = 0, \ldots$$

genügenden Werthsysteme setzt. Es muss also auch $\phi_0(y_0)$ selbst für alle bezeichneten Werthe von y_0 gleich Null werden und folglich:

$$\phi_0(y_0) \equiv 0 \; \big(\text{mod. } R(y_0)\big)$$

oder:

$$\phi_0(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0 \left(\text{mod. } R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu)\right)$$

sein. Da aber *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ die Congruenzen:

$$\phi_0(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) - \phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \cdot R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0$$

bestehen, so zeigt sich, dass die Congruenz:

$$\phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv 0 \; (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

erfüllt sein muss. Diese Congruenz erweist sich demnach als eine Folge der obigen Congruenz $\phi^h \equiv 0$;

> es giebt also keine ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$, die erst zu einer gewissen Potenz erhoben für das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ congruent Null werden, wenn die Discriminante desselben von Null verschieden ist.

Das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ ist, wie schon im art. IX erwähnt worden, nicht prim, wenn $R(y_0)$ im Rationalitätsbereich $(y_0, \mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \ldots)$ reductibel ist. Wird nun die Voraussetzung festgehalten, dass die Discriminantenform von $(N', N'', N''', \ldots)$ von Null verschieden ist, und bezeichnet man mit $R_1(y_0)$ und $R_2(y_0)$ zwei complementäre, dem Rationalitätsbereich $(y_0, \mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \ldots)$ angehörige Divisoren von $R(y_0)$, für welche also:

$$R(y_0) = R_1(y_0) R_2(y_0)$$

ist, und setzt man endlich:

$$R_1(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) = \phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu),$$
$$R_2(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) = \psi(y_1, y_2, \ldots y_\nu),$$

so sind $\phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ und $\psi(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ zwei ganze Functionen der Variabeln y mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \ldots)$, welche, mit einander multiplicirt, ein das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthaltendes Product ergeben, ohne dass doch eine der beiden Functionen ϕ, ψ selbst das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthält. Denn aus der Congruenz:

$$\phi(y_1, y_2, \ldots y_\nu) \equiv R_1(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0 \; (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

würde, wie oben, folgen, dass $R_1(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu)$ für alle verschiedenen Werthsysteme der Variabeln y gleich Null würde, für welche die Gleichungen:

$$N' = 0, \quad N'' = 0, \quad N''' = 0, \ldots$$

erfüllt werden, d. h. also auch für alle diejenigen, für welche

$$R_2(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) = 0$$

ist.

XV. Vergleicht man das hier entwickelte Resultat mit demjenigen, welches am Schlusse des art. XIII formulirt worden ist, so zeigt es sich als eine charakteristische Eigenschaft der Nicht-Primmodul-

systeme $(N', N'', N''', \ldots)$, gleichviel ob ihre Discriminantenform gleich Null ist oder nicht, dass ganze Functionen des Rationalitätsbereichs $(y_0, \mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \ldots)$ existiren, deren Product das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ enthält, während keiner der Factoren selbst congruent Null ist.

Die Factoren können nur dann einander gleich sein, wenn die Discriminantenform des Divisorensystems gleich Null ist.

Der am Schlusse des art. VIII entwickelten Eigenschaft von solchen complexen Zahlen $a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$, welche durch Nicht-Primmodulsysteme $(N', N'', N''', \ldots)$ bestimmt werden, kann nunmehr noch die hinzugefügt werden, dass es unter ihnen stets von Null verschiedene complexe Zahlen giebt, deren Product gleich Null ist, und dass — falls die Discriminantenform des Systems $(N', N'', N''', \ldots)$ gleich Null ist — sogar complexe von Null verschiedene Zahlen existiren, die, zu einer gewissen Potenz erhoben, gleich Null werden.

XVI. Im §. 20 meiner mehrerwähnten Festschrift habe ich gezeigt, dass sich jede Congruenz für ein Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$, dessen Discriminante von Null verschieden ist, in eine Congruenz für den einfachen Modul $R(y_0)$ verwandeln lässt. Da nämlich unter den gemachten Voraussetzungen jede ganze Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$, also auch jede der Variabeln $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ selbst, einer ganzen Function von $u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu$ *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ congruent ist[1], so sei:

$$y_k \equiv f_k(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \;(\text{modd. } N', N'', N''', \ldots) \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu),$$

wo $f_k(y_0)$ eine ganze Function von y_0 bedeutet, deren Coefficienten dem Bereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören. Dann ist das Divisorensystem:

$$\Big(R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu), \ldots y_k - f_k(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu), \ldots\Big) \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu)$$

dem Divisorensysteme $(N', N'', N''', \ldots)$ aequivalent. Einerseits finden nämlich offenbar für das letztere Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ die Congruenzen:

$$R(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0, \ldots y_k - f_k(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \equiv 0 \ldots \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu)$$

statt; andererseits muss jede der Functionen N jenes erstere Divisorensystem enthalten. Denn jede der ν Gleichungen:

$$y_k = f_k(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu)$$

wird für alle diejenigen Werthsysteme der Variabeln y erfüllt, welche die Gleichungen:

$$N^{(h)}(y_1, y_2, \ldots y_\nu) = 0 \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots)$$

befriedigen, und jede der Gleichungen:

[1] Vergl. den Anfang des art. XIV.

$$N^{(h)}\big(f_1(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu),\ldots f_\nu(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu)\big)=0$$

wird daher für eben dieselben Werthsysteme der Variabeln y, d. h. für alle diejenigen Werthe von $u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu$ erfüllt, für welche:

$$R(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu)=0$$

ist; es muss also $N^{(h)}\big(f_1(y_0),\ldots f_\nu(y_0)\big)$ durch $R(y_0)$ theilbar sein, d. h. $N^{(h)}(y_1,y_2,\ldots y_\nu)$ muss in der That das Divisorensystem:

$$\big(R(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu),\ldots y_k-f_k(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu),\ldots\big)\qquad (k=1,2,\ldots\nu)$$

enthalten.

In der vorstehenden Entwickelung kann man für die Unbestimmten $u_1,u_2,\ldots u_\nu$ auch irgend welche bestimmte ganze Zahlen $l_1,l_2,\ldots l_\nu$ nehmen, vorausgesetzt nur, dass die Discriminante von

$$R(l_1y_1+l_2y_2+\ldots+l_\nu y_\nu)$$

nicht verschwindet. Wird dann:

$$y_0=l_1y_1+l_2y_2+\ldots+l_\nu y_\nu$$

gesetzt, so geht in der That jede Congruenz:

$$\phi(y_1,y_2,\ldots y_\nu)\equiv 0\ (\text{modd. } N',N'',N''',\ldots)$$

durch die Substitution:

$$y_k=f_k(y_0)\qquad (k=1,2,\ldots\nu)$$

in eine Congruenz:

$$\phi_0(y_0)\equiv 0\ \big(\text{mod. } R(y_0)\big)$$

über.

Die Function $R(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu)$ ist mit derjenigen offenbar identisch, welche im art. III hergeleitet und dort mit $G(u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_\nu y_\nu)$ bezeichnet worden ist. $R(y_0)$ ist also, wie a. a. O. gezeigt worden, eine ganze Function $\nu+1$ten Grades von y_0.

So wie nun die *modulis* $N',N'',N''',\ldots$ betrachteten ganzen Functionen von $y_1,y_2,\ldots y_\nu$ in ganze Functionen von y_0 *modulo* $R(y_0)$ übergehen, so werden auch die durch das Divisorensystem $(N',N'',N''',\ldots)$ bestimmten complexen Zahlen:

$$a_0+a_1i_1+a_2i_2+\ldots+a_\nu i_\nu$$

mittels der Substitution:

$$i_k=f_k(i_0)\qquad (k=1,2,\ldots\nu)$$

in die durch den Modul $\nu+1$ten Grades $R(y_0)$ bestimmten complexen Zahlen:

$$b_0+b_1i_0+b_2i_0^2+\ldots+b_\nu i_0^\nu$$

transformirt. Hieraus folgt,

> dass die complexen Zahlen von der Form:
>
> $$b_0 + b_1 i_0 + b_2 i_0^2 + \ldots + b_\nu i_0^\nu$$
>
> alle diejenigen Arten von complexen Zahlen, welche durch Divisorensysteme von nicht verschwindender Discriminante bestimmt werden, vollständig erschöpfen.

Die Regeln für die Rechnung mit dem Symbol i_0 werden dabei einzig und allein durch irgend eine Gleichung $(\nu + 1)$ten Grades:

$$R(i_0) = 0$$

vorgeschrieben, deren Wahl nur der Beschränkung unterworfen ist, dass die Discriminante von Null verschieden sein muss, und dass die Coefficienten der Gleichung zu demjenigen Rationalitätsbereich gehören müssen, welchen man etwa für die Coefficienten b festgesetzt hat.

XVII. Legt man eine Gleichung $R(i_0) = 0$ zu Grunde, deren Discriminante gleich Null ist, so gehören die complexen Zahlen von der Form:

$$b_0 + b_1 i_0 + b_2 i_0^2 + \ldots + b_\nu i_0^\nu$$

natürlich zu denjenigen, welche durch Divisorensysteme von verschwindender Discriminante bestimmt werden. Aber es werden nicht alle Arten solcher complexen Zahlen durch die Zahlen der angegebenen Form erschöpft. Denn im Allgemeinen lassen sich die Congruenzen für Modulsysteme, deren Discriminante gleich Null ist, nicht in Congruenzen für einfache Moduln verwandeln.

So bilden, um ein Beispiel anzuführen, zwei Potenzen ganzer Functionen:

$$\phi^p(x), \psi^q(y)$$

ein Divisorensystem, für welches offenbar, wenn λ den Grad von $\phi(x)$ und μ den Grad von $\psi(y)$ bezeichnet, die $\lambda\mu pq$ Elemente:

$$x^h y^k \qquad \begin{pmatrix} h = 0, 1, 2, \ldots \lambda p - 1 \\ k = 0, 1, 2, \ldots \mu q - 1 \end{pmatrix}$$

ein Fundamentalsystem constituiren, und die Ordnung des Divisorensystems ist daher gleich $\lambda\mu pq$. Da nun die Ordnung des Divisorensystems $(\phi(x), \psi(y))$, für welches die Elemente:

$$x^h y^k \qquad \begin{pmatrix} h = 0, 1, 2, \ldots \lambda - 1 \\ k = 0, 1, 2, \ldots \mu - 1 \end{pmatrix}$$

ein Fundamentalsystem bilden, gleich $\lambda\mu$ ist, so muss zwischen den ersten $\lambda\mu + 1$ Potenzen irgend einer ganzen Function $f(x, y)$ eine Congruenz:

$$\sum_{k=0}^{k=\lambda\mu} c_k f^k(x, y) \equiv 0 \; (\text{modd. } \phi(x), \psi(y))$$

bestehen, oder also eine Gleichung:

$$\sum_{k=0}^{k=\lambda\mu} c_k f^k(x, y) = \phi(x)\eta(x, y) + \psi(y)\theta(x, y),$$

in welcher η, θ ganze Functionen von x und y bedeuten. Für den Ausdruck auf der rechten Seite findet aber die Congruenz:

$$\left(\phi(x)\eta(x, y) + \psi(y)\theta(x, y)\right)^{p+q-1} \equiv 0 \left(\text{modd. } \phi^p(x), \psi^q(y)\right)$$

statt, da bei der binomischen Entwickelung jedes Glied entweder durch $\phi^p(x)$ oder durch $\psi^q(y)$ theilbar ist; jede ganze Function $f(x, y)$ genügt daher für das Modulsystem $\left(\phi^p(x), \psi^q(y)\right)$ einer Congruenz vom Grade $\lambda\mu(p+q-1)$, also einer Congruenz von niedrigerem Grade als $\lambda\mu pq$, sobald die Zahlen p und q beide grösser als Eins sind. Die verschiedenen Potenzen einer ganzen Function von x und y können also nicht mehr als $\lambda\mu(p+q-1)$ verschiedene, d. h. von einander linear unabhängige Elemente des Fundamentalsystems liefern, und sie reichen daher zur Bildung des vollständigen Systems von $\lambda\mu pq$ Elementen nicht aus. Es ist deshalb auch unmöglich, die entsprechenden complexen Zahlen:

$$\sum_{h,k} a_{h,k} i_1^h i_2^k \qquad \begin{pmatrix} h = 0, 1, 2, \ldots \lambda p - 1 \\ k = 0, 1, 2, \ldots \mu q - 1 \end{pmatrix},$$

für welche die Rechnungsregeln durch die Bedingungen:

$$\phi^p(i_1) = 0, \quad \psi^q(i_2) = 0$$

gegeben werden, auf complexe Zahlen der oben angegebenen Art:

$$b_0 + b_1 i_0 + b_2 i_0^2 + \ldots + b_\nu i_0^\nu$$

zurückzuführen.

XVIII. Sind $z_0, z_1, z_2, \ldots z_\nu$ unbestimmte Variable und ist $F(z_0 + y_1 z_1 + \ldots + y_\nu z_\nu)$ eine ganze Function des in Parenthesen eingeschlossenen Arguments, so genügt dieselbe einer Congruenz:

$$F(z_0 + y_1 z_1 + \ldots + y_\nu z_\nu) \equiv \sum_{k=0}^{k=\nu} y_k f^{(k)}(z_0, z_1, \ldots z_\nu) \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots),$$

wenn hier $y_0 = 1$ und das Divisorensystem $(N', N'', N''', \ldots)$ in jener schon im art. I angegebenen Bedeutung genommen wird. Dabei sind die Ausdrücke $f^{(k)}$ auf der rechten Seite ganze Functionen der Variabeln z, und die Differentiation nach z_h ergiebt, wenn man die nach z_h genommene partielle Ableitung von $f^{(k)}$ mit $f_h^{(k)}$ bezeichnet, die Congruenz:

$$\sum_{k=0}^{k=\nu} y_k f_h^{(k)} \equiv y_h \sum_{k=0}^{k=\nu} y_k f_0^{(k)} \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

oder:

$$f_h^{(0)} + \sum_k y_k f_h^{(k)} - y_h f_0^{(0)} - \sum_k y_h y_k f_0^{(k)} \equiv 0 \ (\text{modd. } N', N'', N''', \ldots) \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu).$$

Der Ausdruck auf der linken Seite verwandelt sich bei Anwendung der Relationen:

$$y_h y_k \equiv c_0^{(h,k)} + \sum_{i=1}^{i=\nu} c_i^{(h,k)} y_i \text{ (modd. } N', N'', N''', \ldots)$$

in eine lineare Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$, deren einzelne Coefficienten gleich Null sein müssen, und man gelangt auf diese Weise zu den Gleichungen:

$$\delta_{hi} f_0^{(0)} + \sum_{k=1}^{k=\nu} c_i^{(h,k)} f_0^{(k)} = f_h^{(i)} \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots \nu \\ i = 0, 1, 2, \ldots \nu \end{pmatrix}.$$

Ist die Determinante:

$$\left| c_0^{(h,k)} \right| \qquad (h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

nicht gleich Null, so bestimmen sich die ν Functionen $f_0^{(k)}$ als lineare homogene Ausdrücke der $\nu + 1$ partiellen Ableitungen von $f^{(0)}$. Alsdann bestimmen sich alle übrigen Functionen $f_h^{(i)}$ durch die ν Functionen $f_0^{(k)}$ und durch $f_0^{(0)}$, und es lassen sich somit die je $\nu + 1$ ersten Ableitungen sämmtlicher $\nu + 1$ Functionen $f^{(k)}$ durch diejenigen von $f^{(0)}$ linear und homogen ausdrücken. Sind diese Ausdrücke durch die Gleichungen:

$$f_h^{(i)} = \sum_k \gamma_{ik}^{(h)} f_k^{(0)} \qquad (h, i, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

gegeben, so gehen daraus durch weitere Differentiation nach $z_1, z_2, \ldots z_\nu$ die Gleichungen:

$$f_{gh}^{(i)} = \sum_k \gamma_{ik}^{(h)} f_{gk}^{(0)} \qquad (g, h, i, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

hervor, in welchen f_{gh} die zweite nach den Variabeln z_g und z_h genommene Ableitung von f bedeutet. Aus diesen Gleichungen folgen unmittelbar die Relationen:

$$\sum_k \gamma_{ik}^{(h)} f_{gk}^{(0)} = \sum_k \gamma_{ik}^{(g)} f_{hk}^{(0)} \qquad (g, h, i, k = 0, 1, \ldots \nu),$$

welche zwischen den $\frac{1}{2}(\nu + 1)(\nu + 2)$ zweiten Ableitungen der einen Function $f^{(0)}$ bestehen, und daraus ergeben sich dann ähnliche Relationen, welche zwischen den $\frac{1}{2}(\nu + 1)(\nu + 2)$ zweiten Ableitungen jeder der andern Functionen $f^{(i)}$ stattfinden.

Die vorstehende Entwickelung zeigt, wie man durch Functionen von:

$$z_0 + y_1 z_1 + y_2 z_2 + \cdots + y_\nu z_\nu,$$

modulis $N', N'', N''', \ldots$ betrachtet, zu »Systemen von Functionen« der Variabeln $z_0, z_1, \ldots z_\nu$ geführt wird, bei denen die verschiedenen Functionen durch gewisse lineare homogene partielle Differentialgleichungen erster Ordnung mit einander verbunden sind, während jede einzelne Function gewissen linearen homogenen partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung simultan genügt.

So kommt man, wenn man für das Modulsystem $(N', N''. N''', \ldots)$ den einfachen Modul y^2-a nimmt und:

$$F(z_0+yz_1) \equiv f^{(0)}(z_0, z_1) + yf^{(1)}(z_0, z_1) \ (\text{mod. } y^2-a)$$

setzt, zu dem System von Functionen:

$$\left(f^{(0)}(z_0, z_1), f^{(1)}(z_0, z_1)\right),$$

für welche die partiellen Differentialgleichungen:

$$f_0^{(0)} = f_1^{(1)}, \ f_1^{(0)} = af_0^{(1)}, \ af_{00}^{(0)} = f_{11}^{(0)}, \ af_{00}^{(1)} = f_{11}^{(1)}$$

gelten. Die Function $f^{(1)}$ bestimmt sich demgemäss aus $f^{(0)}$ mittels der Formel:

$$af^{(1)}(z_0, z_1) = a\int_{\zeta_1}^{z_1} f_0^{(0)}(z_0, z_1)\, dz_1 + \int_{\zeta_0}^{z_0} f_1^{(0)}(z_0, \zeta_1)\, dz_0,$$

in welcher ζ_0, ζ_1 beliebige Constanten bedeuten.

Nimmt man ferner für das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ den einfachen Modul y^3-ay-b und setzt in Beziehung auf eben diesen Modul:

$$F(z_0+yz_1+y^2z_2) \equiv f^{(0)}(z_0, z_1, z_2) + yf^{(1)}(z_0, z_1, z_2) + y^2f^{(2)}(z_0, z_1, z_2),$$

so gelten für das System von Functionen:

$$\left(f^{(0)}(z_0, z_1, z_2), f^{(1)}(z_0, z_1, z_2), f^{(2)}(z_0, z_1, z_2)\right)$$

die Relationen:

$$\begin{aligned} &bf_0^{(1)} = f_2^{(0)}, \ bf_1^{(1)} = af_1^{(0)} + bf_0^{(0)}, \ bf_2^{(1)} = af_2^{(0)} + bf_1^{(0)}, \\ &bf_0^{(2)} = f_1^{(0)}, \ bf_1^{(2)} = f_2^{(0)} \qquad\qquad, \ bf_2^{(2)} = af_1^{(0)} + bf_0^{(0)}, \end{aligned}$$

mittels deren sich die Functionen $f^{(1)}$ und $f^{(2)}$ aus $f^{(0)}$ bestimmen; aus diesen ergeben sich die zwischen den zweiten Ableitungen jeder einzelnen Function bestehenden je 3 Gleichungen, von denen ich hier nur die auf $f^{(0)}$ bezüglichen anführe:

$$f_{02}^{(0)} = f_{11}^{(0)}, \ f_{12}^{(0)} = af_{01}^{(0)} + bf_{00}^{(0)}, \ f_{22}^{(0)} = af_{11}^{(0)} + bf_{01}^{(0)}.$$

Nimmt man endlich für das Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ den einfachen Modul y^4+2y^2+1, dessen Discriminante gleich Null ist, und setzt man in Beziehung auf eben diesen Modul:

$$F(z_0+yz_1+y^2z_2+y^3z_3) \equiv f^{(0)} + yf^{(1)} + y^2f^{(2)} + y^3f^{(3)},$$

so bekommt man erstens die folgenden Relationen zwischen den verschiedenen Functionen f:

$$\begin{aligned} &f_0^{(1)} = -2f_1^{(0)} - f_3^{(0)}, \ f_1^{(1)} = f_0^{(0)}, \ f_2^{(1)} = f_1^{(0)}, \ f_3^{(1)} = f_2^{(0)}, \\ &f_0^{(2)} = -f_2^{(0)}, \ f_1^{(2)} = -f_3^{(0)}, \ f_2^{(2)} = f_0^{(0)} + 2f_2^{(0)}, \ f_3^{(2)} = f_1^{(0)} + 2f_3^{(0)}, \\ &f_0^{(3)} = -f_1^{(0)}, \ f_1^{(3)} = -f_2^{(0)}, \ f_2^{(3)} = -f_3^{(0)}, \ f_3^{(3)} = f_0^{(0)} + 2f_2^{(0)}, \end{aligned}$$

zweitens die folgenden Relationen zwischen den Ableitungen von $f^{(0)}$:

$$\begin{gathered} f_{11}^{(0)} = f_{02}^{(0)}, \ f_{12}^{(0)} = f_{03}^{(0)}, \ f_{13}^{(0)} = -f_{00}^{(0)} - 2f_{02}^{(0)}, \ f_{22}^{(0)} = -f_{00}^{(0)} - 2f_{02}^{(0)}, \\ f_{23}^{(0)} = -f_{01}^{(0)} - 2f_{03}^{(0)}, \ f_{33}^{(0)} = 2f_{00}^{(0)} + 3f_{02}^{(0)}. \end{gathered}$$

XIX. Die Systeme von Functionen mehrerer Variabeln $z_0, z_1, \ldots z_\nu$, auf welche man in der angegebenen Weise geführt wird, bieten in dem Falle, wo die Discriminante des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ nicht gleich Null ist, deshalb kein Interesse dar, weil sie durch lineare Transformation der Variabeln z in Systeme linearer Verbindungen von Functionen je einer Variabeln verwandelt werden können, welche als solche den transformirten partiellen Differentialgleichungen von selbst genügen.

Die Gleichungen $N' = 0$, $N'' = 0$, $N''' = 0, \ldots$ werden nämlich unter der Voraussetzung, dass die Discriminante nicht Null ist, durch $\nu + 1$ verschiedene Werthsysteme:

$$y_1 = \eta_{h1}, \; y_2 = \eta_{h2}, \ldots y_\nu = \eta_{h\nu} \qquad (h = 0, 1, \ldots \nu)$$

befriedigt, und wenn man nun an Stelle der Variabeln z die Variabeln $\mathfrak{z}$ einführt, welche mit den ersteren durch die Relationen:

$$z_0 + \eta_{h1} z_1 + \eta_{h2} z_2 + \ldots + \eta_{h\nu} z_\nu = \mathfrak{z}_h \qquad (h = 0, 1, \ldots \nu)$$

verbunden sind, so führt die zu Anfang des Art. XVIII aufgestellte Congruenz:

$$F(z_0 + y_1 z_1 + y_2 z_2 + \ldots + y_\nu z_\nu) \equiv \sum_{k=0}^{k=\nu} y_k f^{(k)}(z_0, z_1, \ldots z_\nu) \, (\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots),$$

welche den Ausgangspunkt der Entwickelungen bildete, zu den Gleichungen:

$$F(\mathfrak{z}_h) = \sum_k \eta_{hk} f^{(k)}(z_0, z_1, \ldots z_\nu) \qquad (h, k = 0, 1, \ldots \nu),$$

deren Auflösung nach den Functionen $f^{(k)}$:

$$f^{(k)} = \sum_h \theta_{hk} F(\mathfrak{z}_h) \qquad (h, k = 0, 1, \ldots \nu),$$

die lineare Darstellung der $\nu + 1$ Functionen f durch die $\nu + 1$ Functionen $F(\mathfrak{z}_h)$ ergiebt. Dabei sind die Coefficienten θ_{hk} rationale Functionen der Grössen η_{hk}, und die Determinante:

$$|\eta_{hk}| \qquad (h, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

ist von Null verschieden, weil die Discriminante des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ als von Null verschieden vorausgesetzt ist.

Die linearen Verbindungen:

$$\sum_h \theta_{hk} F(\mathfrak{z}_h) \qquad (h, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

genügen an sich den partiellen Differentialgleichungen, welche aus denen des art. XVIII hervorgehen, wenn man von den Variabeln z zu den Variabeln $\mathfrak{z}$ übergeht. Wenn man also die Functionen $f^{(i)}$ durch die Gleichungen:

$$f^{(i)}(z_0, z_1, \ldots z_\nu) = \sum_h \theta_{hi} F(z_0 + \eta_{h1} z_1 + \ldots + \eta_{h\nu} z_\nu) \qquad (h, i = 0, 1, \ldots \nu)$$

definirt, in welchen $F(z)$ eine beliebige Function einer Variabeln z bedeutet, so genügen die Functionen $f^{(i)}$ an sich den im vorhergehenden Abschnitte hergeleiteten partiellen Differentialgleichungen:

$$f_h^{(i)} = \sum_k \gamma_{ik}^{(h)} f_k^{(0)} \qquad (h, i, k = 0, 1, \ldots \nu),$$

und sie ergeben die allgemeinsten Lösungen derselben.

XX. Wenn die Discriminante des Divisorensystems $(N', N'', N''', \ldots)$ gleich Null ist, so kann man durch lineare Transformation der Variabeln z gewisse Reductionen der partiellen Differentialgleichungen erlangen. Aber solche Reductionen, aus denen, wie im Falle des art. XIX, die vollständige Lösung unmittelbar resultirt, habe ich im Falle verschwindender Discriminanten noch nicht ermittelt.

Setzt man an Stelle des schon im art. XVIII als Beispiel angeführten Moduls $y^4 + 2y^2 + 1$ das damit übereinstimmende Modulsystem:

$$(x^2, y^2 - x + 1),$$

dessen Discriminante offenbar gleich Null ist, so wird:

$$F\big(z_0 + yz_1 + x(z_2 + yz_3)\big) \equiv F(z_0 + yz_1) + x(z_2 + yz_3) F'(z_0 + yz_1),$$

wo F' die Ableitung der Function F bedeutet. Sind also die Functionen von vier Variabeln z_0, z_1, z_2, z_3:

$$f^{(0)}(z_0, z_1, z_2, z_3),\ f^{(1)}(z_0, z_1, z_2, z_3),\ f^{(2)}(z_0, z_1, z_2, z_3),\ f^{(3)}(z_0, z_1, z_2, z_3)$$

zu bestimmen, für welche:

$$F\big(z_0 + yz_1 + x(z_2 + yz_3)\big) \equiv f^{(0)} + yf^{(1)} + xf^{(2)} + xyf^{(3)} \ (\text{modd. } x^2, y^2 - x + 1)$$

wird, so hat man nur die Functionen von zwei Variabeln $\phi(z_0, z_1)$ zu bestimmen, für welche:

$$F(z_0 + yz_1) \equiv \phi^{(0)} + y\phi^{(1)} + x\phi^{(2)} + xy\phi^{(3)} \ (\text{modd. } x^2, y^2 - x + 1)$$

ist. Differentirt man einerseits nach z_0, andererseits nach z_1, so erhält man die Relationen:

$$\phi_0^{(0)} = \phi_1^{(1)},\ \phi_1^{(0)} = -\phi_0^{(1)},\ \phi_0^{(2)} = \phi_1^{(3)},\ \phi_1^{(2)} = -\phi_0^{(3)} + \phi_0^{(1)},$$

in welchen $\phi_h^{(k)}$ die nach z_h genommene partielle Ableitung von $\phi^{(k)}$ bedeutet. Die ersten beiden Relationen charakterisiren die Functionen $\phi^{(0)}, \phi^{(1)}$ in der Weise, dass $\phi^{(0)} + i\phi^{(1)}$ eine Function der complexen Variabeln $z_0 + iz_1$ sein soll. Alsdann sind aber noch die Functionen $\phi^{(2)}$ und $\phi^{(3)}$ gemäss den anderen beiden partiellen Differentialgleichungen zu bestimmen.

(Fortsetzung folgt.)

Ausgegeben am 26. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

26. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Schmoller las über das Reichsgewerbegesetz von 1731 und seine Durchführung in Preussen.

Die Mittheilung wird später veröffentlicht werden.

2. Es wurden die Berichte über den Fortgang der grösseren litterarischen Unternehmungen der Akademie und über die Thätigkeit der mit ihr verbundenen wissenschaftlichen Stiftungen im vergangenen Jahre verlesen, welche ordnungsmässig in der öffentlichen Sitzung zur Geburtstagsfeier Seiner Majestät des Kaisers und Königs am 22. März hätten erstattet werden sollen, bei der Verwandlung dieser Feier in eine Trauerfeier aber zurückbleiben mussten.

Diese Berichte folgen umstehend.

3. Das correspondirende Mitglied der mathematisch-physikalischen Classe, Hr. Gerhard vom Rath in Bonn, ist am 23. April gestorben.

Berichte über den Fortgang der grösseren litterarischen Unternehmungen der Akademie und über die Thätigkeit der mit ihr verbundenen wissenschaftlichen Stiftungen im Jahre 1887.

---

1. Hr. Kirchhoff berichtete über das griechische Inschriftenwerk:

Die Arbeiten an der Sammlung der Griechischen Inschriften sind im verflossenen Jahre in der Art gefördert worden, dass zunächst das in Aussicht gestellte zweite Supplementheft zur ersten Abtheilung der Attischen Inschriften, nachdem in den Ausgrabungen auf der Akropolis zu Athen gegen Ende August vorigen Jahres eine kurze Pause eingetreten war, abgeschlossen worden und kurz darauf zur Ausgabe gelangt ist. Da voraussichtlich noch ein längerer Zeitraum verstreichen dürfte, bis es möglich sein wird, ein weiteres Supplement zur ersten und die sich immer mehr als nothwendig herausstellenden Ergänzungshefte zur zweiten und auch der dritten Abtheilung in Angriff zu nehmen, so ist es zweckmässig erschienen, das zum Theil recht werthvolle späteren Zeiten angehörige Material, welches jene Ausgrabungen zu Tage gefördert hatten, sowie Alles, was nach Wiederaufnahme derselben bis in die neueste Zeit in schneller Folge hinzugekommen ist, der wissenschaftlichen Verwerthung durch eine vorläufige Publication zugänglich zu machen, und sind zu diesem Zwecke die von Hrn. Dr. Lolling im Auftrage der Akademie mit dankenswerther Sorgfalt an Ort und Stelle genommenen Abschriften mit Genehmigung des Hrn. Generalephoros der Alterthümer Kavvadias sofort nach ihrem Eintreffen mit möglichster Beschleunigung ohne weiteren Commentar in den Sitzungsberichten der Akademie zum Abdruck und damit zu allgemeiner Kenntniss gebracht worden. Der Druck des dritten und abschliessenden Bandes der zweiten Abtheilung endlich, dessen Unterbrechung in Folge anderweiter Behinderung des Redacteurs, des Hrn. Prof. Koehler, im vorjährigen Berichte hatte angekündigt werden müssen, hat zwar während des ganzen ver-

flossenen Jahres geruht, aber endlich seit Neujahr wieder aufgenommen werden können, und es steht zu hoffen, dass er nunmehr ohne weitere erhebliche Störungen zu seinem Ende gelangen wird.

Was die Inschriften des nördlichen Griechenlands anbelangt, so ist deren Bearbeitung von Hrn. Prof. Dittenberger so weit gefördert worden, dass der Druck des ersten Bandes, welcher die Inschriften von Megaris, Boeotien und des Gebietes von Oropos befassen soll, im December vorigen Jahres hat begonnen werden können; bei dem Umfange des zu bewältigenden Materials (etwa 3200 Nummern) wird indessen voraussichtlich seine Vollendung noch eine geraume Zeit in Anspruch nehmen. Für die Revision und Vervollständigung des Materials der folgenden Abtheilungen ist inzwischen durch Bereisungen von Phokis und der beiden Lokris Sorge getragen, welche von den HH. Dr. Lolling und Dr. Pomtow zu diesem Zwecke ausgeführt worden sind.

Der Druck der Griechischen Inschriften von Italien und Sicilien ist im langsamen Fortschreiten begriffen und zur Zeit bis zum 66. Bogen gediehen.

2. Über das lateinische Inschriftenwerk berichtete Hr. Mommsen:

Der Druck der 4. Abtheilung des sechsten stadtrömischen Bandes ist in Folge der Übersiedelung des Bearbeiters Hrn. Hülsen nach Rom ins Stocken gekommen, soll indess jetzt wieder aufgenommen werden.

Die Drucklegung des früher als vierte Abtheilung des sechsten Bandes, jetzt als selbständiger funfzehnter Band bezeichneten die römischen Ziegel- und Geräthinschriften umfassenden Abschnittes ist von Hrn. Dressel stetig bis zum 20. Bogen fortgeführt worden: zur Vervollständigung des Materials für die späteren Theile des Bandes hat sich derselbe nach Rom begeben.

Von dem mittelitalischen Bande (XI) ist, um bei dem langsam fortschreitenden Satz wenigstens den gedruckten Theil der Benutzung zugänglich zu machen, die erste Hälfte als pars prior zur Ausgabe gelangt. Der Druck der zweiten Hälfte ist in demselben Verhältniss wie früher weiter geführt worden.

Die südfranzösischen Inschriften (XII) hat Hr. Hirschfeld fertig gestellt und ist dieser Band jetzt zur Ausgabe gelangt.

Die Sammlung der Materialien für den XIII. Band wird für Nordgallien von demselben, für Germanien von Hrn. Zangemeister weitergeführt und der Beginn des Drucks von diesem für das Ende des Jahres 1888 in Aussicht genommen.

Der XIV. Band, die von Hrn. Dessau bearbeiteten Inschriften Latiums enthaltend, ist im Herbst des vorigen Jahres erschienen.

Für die Supplementararbeiten, deren gleichförmige Gestaltung für die wissenschaftliche Benutzung wesentlich ist, ist von der Akademie ein dahin zielendes Regulativ aufgestellt und dieses den Mitarbeitern zur Kenntniss gebracht worden. Auch hat dieselbe Maassregeln getroffen, um die Einhaltung dieser Vorschriften zu überwachen.

Das Supplement für den II. spanischen Band ist von Hrn. Hübner in der Handschrift fertig gestellt worden und wird dessen Drucklegung sofort beginnen.

In dem Supplement des III. Bandes ist der den Orient betreffende Theil von Hrn. Mommsen in der Handschrift fertig gestellt worden und hat der Satz begonnen. Die Nachträge für Illyricum sind von den HH. von Domaszewski und Hirschfeld vorbereitet und wird deren Drucklegung sich unmittelbar an die der ersten Abtheilung anschliessen können.

Die Drucklegung des Supplements zu Band IV (pompeianische Pinsel- und Griffelinschriften) hat Hr. Zangemeister auch in diesem Jahre noch nicht begonnen.

Der grosse Ergänzungsband zu dem VIII. africanischen ist theils durch eine dorthin von Hrn. Dessau unternommene die Purgold'sche fortsetzende Reise, theils durch die von Hrn. Cagnat im Auftrag der französischen Regierung ausgeführten Reisen und dessen Durcharbeitung der Renier'schen Papiere, theils durch ein weiteres von Hrn. Joh. Schmidt für die Ephemeris epigraphica bearbeitetes vorläufiges Supplement gefördert worden. Die Ausarbeitung selbst ist von Hrn. Schmidt gleichfalls in Angriff genommen und steht der Beginn des Drucks für den Sommer d. J. in Aussicht.

Die neue Bearbeitung des ersten Bandes, für welche zunächst die noch von Hrn. Henzen grossentheils ausgeführte und zum Satz gelangte Neubearbeitung der Consularfasten durch Hrn. Hülsen fertig zu stellen ist, hat im abgelaufenen Arbeitsjahr geruht.

Die Ordnung des epigraphischen Archivs in den Räumen der Königlichen Bibliothek ist durch geeignete Hülfsarbeiter weiter vorgeschritten und namentlich die Abklatschsammlung inventarisirt und der Benutzung zugänglich gemacht worden.

3. Von der römischen Prosopographie haben die HH. Klebs, Dessau und von Rohden den alphabetischen Theil weiter geführt, jedoch noch nicht zum Abschluss gebracht, so dass die Herstellung der Magistratslisten noch nicht hat in Angriff genommen werden können.

4. Für die Aristoteles-Commission berichtete Hr. Zeller:

Von der Ausgabe der Commentare des Aristoteles sind im verflossenen Jahre folgende Werke veröffentlicht worden: 1. Porphyrius Isagoge und Categoriencommentare (IV 1) herausgegeben von Hrn. Busse; 2. Asclepius zur Metaphysik (VI 2) herausgegeben von Hrn. Hayduck; 3. Philoponus zur Physik erste Hälfte (XVI) herausgegeben von Hrn. Vitelli. Die zweite Hälfte dieses Werkes (XVII) ist bis auf die Indices vollendet und wird baldigst ausgegeben werden, ebenso wie der von Hrn. Heylbut bearbeitete Commentar des Aspasius zur Nikomachischen Ethik (XIX 1), der bis auf die Indices ausgedruckt ist. Dexippus zu den Categorien (IV 2) und Alexander zur Topik (II 2) sind im Manuscript vollendet und dem Druck übergeben worden: Diese Schriften, sowie Alexander zur Metaphysik (I) bearbeitet von Hrn. Hayduck und die übrigen Ethikcommentare (XIX 2. XX), welche Hr. Heylbut vorbereitet, werden in dem nächsten Jahre die Presse beschäftigen. Hr. Landauer ist mit der Beschaffung des Materials für die hebräischen Übersetzungen des Themistius zu de coelo und Metaphysik (V 5) beschäftigt, Hr. Bruns mit der Textgestaltung der kleineren Schriften Alexanders (Suppl. Aristot. II 2).

5. Hr. Lehmann berichtete über die Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen:

Seit der letzten Berichterstattung ist von der gegenwärtig durch Hrn. Albert Naudé redigirten »Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen« der XV. (von Mai bis October 1757 reichende) Band veröffentlicht worden. Das Erscheinen des XVI. Bandes, der mit dem 30. April 1758 schliesst, steht unmittelbar bevor.

Hr. Otto Krauske, dem der III. Band der »Staatsschriften aus der Regierungszeit König Friedrich's II.« übertragen ist, hat den Anfang seines Manuscriptes eingeliefert. Der Druck wird demnächst beginnen.

6. Hr. Weierstrass hat über die Herausgabe der Werke Jacobi's folgenden Bericht erstattet:

Der 5. Band befindet sich unter der Presse, und es besteht die Absicht, auch den Druck des 6. (des Schlussbandes) noch in diesem Jahre beginnen zu lassen. Dass der 5. Band nicht zum 1. April d. J. fertig ward, wie es zu erwarten gewesen wäre, hat seinen Grund in dem Gesundheitszustande des Herausgebers, welcher ihn verhinderte, die letzte Revision der Druckbogen vorzunehmen, so dass er den Druck sistiren musste.

7. Hr. du Bois-Reymond als Vorsitzender des Curatoriums der Humboldt-Stiftung verlas folgenden Bericht:

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Die Akademie beschloss von der aus den Jahren 1885 und 1886 für ein grösseres Unternehmen aufgesparten Summe den grösseren Theil auch ferner zu einem solchen Zweck aufzubewahren, das Übrige aber dem Hrn. Dr. med. Karl von den Steinen aus Düsseldorf als Beihülfe zu den Kosten einer Reise in das Innere Brasiliens zu bewilligen.

Dr. von den Steinen hatte schon 1884 mit zwei Gefährten ebenso glücklich wie energisch eine Reise zur Erforschung des oberen Laufes des Rio Xingú ausgeführt, welcher aus der Brasilianischen Binnenprovinz Matto Grosso zwischen dem 52. und 54. Längengrade durch etwa 15 Breitengrade nordwärts dem Aequator zuströmt, und sich in den Amazonas seiner Mündung nahe ergiesst. Vor dieser Reise war der Xingú nur bis zum 4. Breitengrade aufwärts bekannt; der einzige Vorgänger auf diesem Gebiete war einst Prinz Adalbert von Preussen gewesen. In bis dahin von keinem Weissen betretenen Wildnissen längs dem Xingú und dessen Zuflüssen hatte Dr. von den Steinen eine gleichsam praecolumbische Urbevölkerung angetroffen, welche noch in gänzlicher Unkenntniss der Metalle, der Banane, ja des Hundes verharrend, nicht nur ein deutlicheres Bild des Steinmenschen bot, als es bisher irgendwo gefunden worden war, sondern auch in ethnographischer, anthropologischer und linguistischer Beziehung über die zahllosen, in dem unermesslichen Gebiet östlich von der Cordillere verstreuten Indianerstämme Licht zu verbreiten versprach.

Nach Europa zurückgekehrt, veröffentlichte Dr. von den Steinen zunächst seine Ergebnisse in einem besonderen Werke (Durch Centralbrasilien u. s. w., Leipzig 1886), und sann dann auf eine neue Reise in dieselben Gegenden, vorzüglich an einen östlichen, das erste Mal noch nicht befahrenen Quellarm des Xingú, den Kulisëu, wo er Grund hatte, das Dasein mehrerer Stämme gleicher Ursprünglichkeit mit den schon beobachteten zu vermuthen. Er organisirte eine Expedition bestehend ausser ihm selber und seinem Vetter, dem Maler Wilhelm von den Steinen in Düsseldorf, aus dem Dr. med. P. Ehrenreich von hier, welcher auch schon einmal Brasilien bereist hatte, und dem Dr. phil. P. Vogel in München, der mit Dr. von den Steinen Mitglied der deutschen Südpolarexpedition in den Jahren 1882—83 gewesen war. Zu dieser Unternehmung erbat und erhielt Dr. von den Steinen die Unterstützung der Humboldt-Stiftung, welche ihm

übrigens erst zu Theil werden konnte, als er längst die Reise angetreten hatte.

Anfangs wurden seine Pläne durch einen misslichen Zwischenfall durchkreuzt. Die Reisenden hatten Bremen am 25. Januar 1887 verlassen, und waren am 26. Februar in Rio de Janeiro angekommen, in der Absicht nach Buenos Aires weiterzufahren und dort den brasilianischen Postdampfer den Paraguay hinauf nach dem Matto Grosso zu besteigen. Dies erwies sich als unausführbar wegen der in Argentinien ausgebrochenen Cholera, und auch in Rio war die Schifffahrt nach dem Inneren eingestellt. Als bis zum 11. März die von einflussreichster Seite zugesagte Beförderung noch nicht erfolgt war, entschlossen sich die Reisenden, die unfreiwillige Verzögerung für Untersuchungen über die *Sambaki* zu verwerthen.

So heissen in den dortigen Küstenstrichen Anhäufungen von Muscheln, Sand, Humus, Fischknöchelchen und anderen vom Volk als *immundicia* bezeichneten organischen Resten. Auch Steinwerkzeuge und Menschengebeine kommen darin vor. Es war die Frage, ob man in den *Sambaki* es mit Kjökkenmöddinger oder mit Strandbildungen zu thun habe. Dr. von den Steinen machte Desterro in der Provinz St. Catharina zu seinem Standquartier, und in einer Reihe von Ausflügen, wobei er sich der ortskundigen Führung des Sr. Manoel Moreira da Silva aus Desterro erfreute, gelangte er zur Überzeugung, dass die *Sambaki* wirklich Küchenhaufen seien.

Endlich am 29. Mai führte das längst ersehnte Schiff die Reisenden über Montevideo (4. Juni) nach Buenos Aires (5. Juni), und nach zehntägigem Aufenthalt, während dessen Photographien von typischen Chaco-Indianern unter den dortigen Truppen aufgenommen wurden, nach Cuyabá, der Hauptstadt des Matto Grosso, wo sie statt, wie sie gehofft hatten, Anfangs April, leider erst am 10. Juli ankamen, und durch Miethen von Leuten und Beschaffen von Maulthieren und Vorräthen sofort die Vorbereitungen zur eigentlichen Forschungsreise begannen.

Am 28. Juli brach die Reisegesellschaft, die Reisenden selber zu Fuss, von Cuyabá auf, und gelangte über die sogenannte Chapada, die bald jenseit Cuyabá ansteigende Hochebene, zu dem noch dem Tapajoz tributären Paranatinga, nach dessen Überschreitung sie rasch in das obere Stromgebiet des Xingú eindrang. Fast ein halbes Jahr, bis tief in die Regenzeit hinein, harrte sie hier, fern von aller Cultur, unermüdlich beobachtend und sammelnd aus. Erst am 31. December kehrte sie nach Cuyabá zurück, zwar abgerissen, jedoch vollzählig und wohlbehalten, trotz der furchtbaren Beschwerden, welchen Menschen und Thiere in den durch die wochenlangen unaufhörlichen

Regengüsse durchsumpften Urwäldern ausgesetzt gewesen waren. Aus Cuyabá schrieb Dr. von den Steinen am 3. Januar d. J. zu Hrn. Virchow's Händen einen Brief an die Akademie, um für die ihm erst jetzt und dort bekannt gewordene Unterstützung zu danken. Es heisst darin, er sei nun »doppelt glücklich, der Akademie anzeigen zu können, »dass das Unternehmen in seinem gesammten Verlaufe durchaus »gelungen sei. Die Indianerbevölkerung, welche ganz unter den »erwünschten einfachen Bedingungen lebte, war über Erwarten zahl»reich; da sie mit uns in freundschaftlichsten Verkehr trat, stand »dem Untersuchen und Sammeln nichts im Wege als das zunehmende »Fieber und die erhebliche Transportschwierigkeit. Ausser den Bakaïrí, »die sich schon als Kariben erwiesen haben und auch am Kulisëu »in drei Ortschaften ansässig waren, fand sich ein Karibenvolk in »dem grossen Stamme der Nahuquá; drei andere Stämme, die Mehi»náku, Vaurá und Yaulapíti sind klare Nu-Stämme, so dass die von »mir gesuchte Bestätigung dieser Classification gewonnen ist; endlich »hatte ich die Freude, zwei Tupi-Stämme anzutreffen, die Auetö́ und »die Kamayurá, die letzteren in voller Reinheit der Sprache. Ein »fremdartiger, körperlich und sprachlich verschiedener, noch nicht »zu bestimmender Bestandtheil sind die Trumai. Die Sammlung »ethnographischer Gegenstände ist recht ansehnlich geworden und »verspricht mancherlei Aufschlüsse, besonders in ihren bemalten »Tanzmasken und zahlreichen kleinen Töpfen mit höchst originellen »Thiernachbildungen.«

Auf seiner ersten Reise hatte Dr. von den Steinen des Hülfsmittels der Photographie entbehrt, jetzt wurden alle Stämme, mit denen man in Berührung kam, in jeder Richtung vollständig studirt. Sein kluges Benehmen ermöglichte ihm, sich unter diesen ihrer Feindseligkeit und Tücke wegen verrufenen Wilden mit völliger Freiheit zu bewegen, ohne je in die Lage zu kommen, von Waffen Gebrauch zu machen.

Hr. Dr. von den Steinen beabsichtigte im Februar, sobald der Regen nachgelassen haben würde, sich zu den Coroados am S. Lourenço, einem Quellarm des Paraguay, südlich von Cuyabá, zu begeben. Seine Rückkehr in Europa steht im Juli oder August zu erwarten.

Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1887 keinen Zuwachs erhalten. Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 24600 Mark.

8. Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung hat folgenden Bericht eingereicht:

Für den 16. Mai, als den Jahrestag der Bopp-Stiftung, ist im vorigen Jahre von dem zur Disposition stehenden Jahresertrag für

1886, im Gesammtbetrage von 1350 Mark, die Hauptrate im Betrage von 900 Mark dem Hrn. Dr. ph. Otto Schrader in Jena nach §. 1, 2 des Statuts zur Fortsetzung seiner »linguistisch-historischen Forschungen zur Handelsgeschichte und Waarenkunde« und die Nebenrate im Betrage von 450 Mark dem Hrn. Dr. ph. Otto Franke in Halle a. S. ebenfalls nach §. 1, 2 des Statuts zu einer wissenschaftlichen Reise nach England zuerkannt worden.

Der Gesammtertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1638 Mark 50 Pf.

Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung.

Weber. J. Schmidt. Dillmann. Zupitza. Steinthal.

9. Das von der Commission für die Savigny-Stiftung geplante »Wörterbuch der klassischen Rechtswissenschaft« ist im Laufe des Jahres von den HH. DDr. Gradenwitz, Kübler und Schulze soweit gefördert worden, dass in der Zeitschrift der Savigny-Stiftung für Rechtsgeschichte, rom. Abtheilung (VIII. S. 279), eine Reihe von Probeartikeln hat veröffentlicht werden können. Es sollte damit der Kritik Gelegenheit gegeben werden, das Unternehmen durch sachliche Ausstellungen und praktische Winke zu unterstützen. Die Verzettelung der Digesten und der selbständigen Juristenschriften ist nunmehr vollendet. Dies gesammte Material wird auf der hiesigen Königl. Bibliothek aufbewahrt. Mittheilungen daraus nach auswärts werden die Bearbeiter des Wörterbuches sowohl wie die Bibliotheksverwaltung vermitteln.

Von den durch die Akademie aus den Mitteln der Savigny-Stiftung eingeleiteten Unternehmungen ist im verflossenen Jahre die Herausgabe der Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis zum Abschluss gelangt. Die Edition wurde von den HH. Ernst Friedländer, Geh. Staatsarchivar zu Berlin, und Carlo Malagola, Director des Staatsarchivs zu Bologna, besorgt. Soweit die zur Verfügung stehenden Mittel der Stiftung nicht ausreichten, hat die Munifizenz Seiner Majestät weiland Kaiser Wilhelm's die zur Ausführung des Unternehmens erforderliche Unterstützung huldreichst gewährt. Auf Antrag ihrer Commission beschloss die Akademie dem vorliegenden Bande der Acta nationis Germanicae einen Ergänzungsband folgen zu lassen, welcher die in den Acten genannten Namen der deutschen Scholaren Bologna's in Bezug auf Herkunft und Lebensschicksale commentiren soll, soweit dies irgend erreichbar sein wird.

10. Hr. Wattenbach berichtete über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica:

Der provisorische Zustand, welcher schon im vorigen Jahre zu beklagen war, und welcher dem Unternehmen die Arbeitskraft eines Vorsitzenden entzieht, welcher sich vollständig demselben zu widmen hat, dauert auch jetzt noch fort, und ich habe daher die provisorische Leitung noch immer fortzuführen. Doch ist in der Beziehung von einem Fortschritt zu berichten, dass durch Allerhöchten Erlass vom 14. November 1887 der erste Satz des §. 3 der Statuten folgende Fassung erhalten hat: »Der Vorsitzende der Centraldirection wird, nach erfolgter Praesentation mindestens zweier von der Centraldirection für geeignet erachteter Personen, auf Vorschlag des Bundesraths vom Kaiser ernannt«. Es ist damit die rein persönliche Stellung, wie sie Hr. Waitz eingenommen hatte, in eine bleibende verwandelt, und es wird in Zukunft der Vorsitzende die Rechte und Pflichten eines Reichsbeamten haben.

Von wissenschaftlichen Reisen ist die Sendung des Dr. Rodenberg nach Rom anzuführen, wo er auch jetzt noch beschäftigt ist, um aus den päpstlichen Regestenbänden in dem jetzt mit so dankenswerther Liberalität eröffneten Vaticanischen Archiv die Fortsetzung der einst von Pertz dort gewonnenen Sammlung päpstlicher, für die Reichsgeschichte wichtiger Schreiben zu entnehmen. Hr. Dr. Simonsfeld hat bei einem Aufenthalt in Ober-Italien die Vorarbeiten für die Ausgabe italienischer Chroniken aus der Zeit der Staufer weiter gefördert und ist auch jetzt in den Osterferien in gleicher Weise dort thätig gewesen. Hr. Dr. Krusch hat einen für die Bearbeitung der Heiligenleben aus merovingischer Zeit nothwendigen Besuch französischer Bibliotheken noch aufgeschoben, um vorher den zweiten Band der Scriptores Merovingici zum Abschluss zu bringen. Zugesandt wurden uns, wie bisher, mit immer dankbar anzuerkennender Bereitwilligkeit, Handschriften aus den öffentlichen Bibliotheken zu Bamberg, Leiden, München, Sanct-Gallen, Wien und Wolfenbüttel, vom Stift Admont und aus der Bibliothek des Gymnasiums zu Pomm. Stargard.

Zahlreiche Gelehrte haben auch in diesem Jahre unsere Arbeiten durch bereitwillig ertheilte Auskunft über Handschriften und Vergleichung derselben unterstützt.

In der Abtheilung der Auctores antiquissimi ist der 8. Band glücklich vollendet, die Werke des Apollinaris Sidonius enthaltend, welcher durch den Tod des Herausgebers Prof. Luetjohann unterbrochen, unter der Leitung und Beihülfe des Leiters der Abtheilung Hrn. Mommsen, zu Ende geführt ist; die in demselben Bande enthaltenen Briefe des Faustus und Ruricius hat Hr. Dr. Krusch be-

arbeitet. Derselbe hat jetzt für Hrn. Mommsen den seit langen Jahren gesammelten kritischen Apparat für Cassiodors Variae geordnet, und es ist Aussicht vorhanden, dass die so lange vergeblich erstrebte Ausgabe derselben nun zu Stande kommen werde. Der Druck des von Prof. Birt bearbeiteten Claudian hat begonnen, aber die Chroniken des Prosper u. a. sind noch nicht, wie in Aussicht gestellt war, druckfertig geworden.

Von den Scriptores rerum Merovingicarum hat Hr. Dr. Krusch den zweiten Band bis auf das Register vollendet; für den folgenden, welcher die Fortsetzung der Heiligenleben dieser Periode enthalten soll, ist noch eine Bereisung französischer Bibliotheken erforderlich.

In der Serie der Scriptores in folio ist vorzüglich die fehlende Arbeitskraft schwer zu empfinden gewesen; fast die ganze Last fiel auf Hrn. Dr. O. Holder-Egger. Die zweite Hälfte des 15. Bandes, die Nachträge zu früheren Bänden enthaltend, erhielt noch fortwährend neuen Zuwachs, und ist nicht zum Abschluss gekommen, nähert sich aber demselben. Ausgegeben ist der 28. Band, welcher die noch übrigen Auszüge aus englischen Geschichtsquellen enthält, bearbeitet von Hrn. Dr. F. Liebermann. Der 29. Band, welcher sich hieran schliesst, ist im Druck begonnen mit den noch von Waitz bearbeiteten Auszügen aus dänischen Geschichtsquellen, denen die polnischen von Hrn. Dr. Perlbach, die ungarischen von Hrn. Dr. L. von Heinemann bearbeitet, sich anschliessen werden.

Eine neue Octavausgabe des Thietmar von Merseburg, welche ohne Zweifel sehr willkommen sein wird, ist von Dr. F. Kurze vorbereitet und der Druck wird in nächster Zeit beginnen können. Auch für die Sammlung der Streitschriften aus der Zeit des Investiturstreites hat namentlich Hr. Dr. L. v. Heinemann so erheblich vorgearbeitet, dass mit dem Druck auch dieses Bandes sehr bald wird angefangen werden können.

Sehr langsam ist leider der Druck der Deutschen Kaiserchronik fortgeschritten, und der erhoffte Abschluss desselben hat nicht erreicht, daher auch mit dem von Hrn. Prof. Strauch bearbeiteten Enenkel nicht begonnen werden können. Mit der Bearbeitung der Steyerischen Reimchronik ist Hr. Dr. Seemüller in Wien rüstig vorgeschritten, und wenn es, wie wir hoffen, gelingen wird, demselben auch fernerhin freie Zeit für diese Arbeit zu verschaffen, so können wir hoffen, dass diese, besonders für österreichische Geschichte so überaus wichtige Geschichtsquelle, deren neue Ausgabe stets auf unerwartete Hindernisse gestossen ist — zuletzt durch den frühzeitigen Tod des Prof. Lichtenstein — nun doch endlich einmal an's Licht treten wird.

In der Abtheilung Leges ist der Druck der neuen Octavausgabe der Lex Alamannorum von Prof. K. Lehmann fast vollendet, die Ausgabe der Lex Romana Curiensis von Dr. K. Zeumer druckfertig. Weitere Bearbeitungen der Volksrechte unter Leitung des Hrn. Brunner sind vorbereitet. Mit der Fortführung der neuen Ausgabe der Capitularien hat Hr. Prof. Boretius leider noch nicht fortfahren können, während dagegen für eine kritische Ausgabe des Benedictus levita Anstalt getroffen ist. Von der Sammlung der Stadtrechte durch Hrn. Prof. Frensdorff ist leider ein Fortschritt nicht zu melden.

Hr. Hofrath Maassen hat mit Beihülfe des Dr. Stoeber die Vorbereitung zu einer Sammlung der alten fränkischen Concilienacten in kritischer Bearbeitung fortgeführt; ebenso Hr. Prof. Weiland für die Sammlung der Reichsgesetze.

In der Abtheilung Diplomata unter Leitung des Hofraths Prof. von Sickel wird der Druck der von Otto II. ausgestellten Urkunden fortgesetzt und die Beendigung desselben ist im Laufe des Sommers zu erwarten; für die weitere Fortsetzung ist schon bedeutend vorgearbeitet.

Die Abtheilung Epistolae hat einen schmerzlichen und unerwarteten Verlust erlitten durch den Tod des Dr. P. Ewald, welcher eben den Druck seiner Ausgabe der Briefe Gregors I. mit bestem Erfolge fortzuführen begonnen hatte; nur das vierte Buch konnte noch zu Ende geführt und dieser Anfang veröffentlicht werden; für die Fortführung dieser sehr schwierigen Aufgabe ist es noch nicht gelungen eine geeignete Kraft zu finden. Um so erfreulicher ist der Fortschritt in der Herausgabe der aus den päpstlichen Regesten gewonnenen Schriftstücke, welche für die Reichsgeschichte unter Friedrich II. und seinen nächsten Nachfolgern von grösster Wichtigkeit sind, durch Hrn. Dr. Rodenberg. Nachdem dieser mit der Ausgabe des zweiten Bandes das einst von Pertz gesammelte und durch ihn selbst ergänzte Material nahezu erschöpft hat, ist er, wie schon erwähnt, gegenwärtig in Rom mit den für die Fortführung nothwendigen Arbeiten beschäftigt.

Mit der Bearbeitung der systematisch fortschreitenden Sammlung, welche sich den Briefen Gregors I. zunächst anzuschliessen hat, ist Hr. Dr. Gundlach unablässig beschäftigt gewesen, zunächst mit den noch in Römische Zeit hinaufreichenden Briefen und Privilegien, welche sich auf den Primatialstreit zwischen Arles und Vienne beziehen, und ein noch niemals eingehend behandeltes kritisches Problem darbieten. Es scheint sich mit voller Sicherheit das nicht unwichtige Resultat zu ergeben, dass für Vienne eine umfangreiche Fälschung stattgefunden hat, während die aus Arles stammende Sammlung authentisch ist. Die vorläufige Veröffentlichung eines Verzeichnisses

der sämmtlichen ganz oder theilweise aufzunehmenden Briefe hat sehr dankenswerthe Mittheilungen, namentlich vom Hrn. Bibliothekar du Rieu in Leiden und von P. Gabriel Meyer im Stift Einsiedeln, zur Folge gehabt, welche bisher unbekannte Schriften von Amalarius von Trier und von Hinkmar von Reims kennen lehrten.

In der Abtheilung Antiquitates unter der Leitung des Prof. Dümmler ist von der Sammlung der Nekrologien der zweite Theil des vom Archivrath Dr. Baumann in Donaueschingen bearbeiteten ersten Bandes erschienen, und es beginnt jetzt der Druck der österreichischen Nekrologien, welche Hr. Dr. Herzberg-Fränkel in Wien herausgiebt. Auch Hr. Dr. Harster in Speier verspricht die baldige Einsendung seines Manuscripts zur Fortführung der Sammlung lateinischer Gedichte aus der Karolingerzeit.

Von unserer Zeitschrift, dem Neuen Archiv, ist der 13. Band erschienen, welcher, wie gewöhnlich, kleinere Inedita und quellenkritische Untersuchungen enthält, nebst Nachrichten über neue Erscheinungen auf dem ganzen Gebiete dieser Forschungen.

11. Hr. Conze erstattete den Jahresbericht über das Kaiserlich Deutsche archaeologische Institut.

Im Rechnungsjahre 1887/88, wie in dem vorangegangenen, hatte das Institut mehrfachen Wechsel seiner Beamten zu erfahren. Aus Gesundheitsrücksichten erbat und erhielt die Versetzung in den Ruhestand der zweite Secretar in Rom, Hr. Helbig, dessen erfolgreiche Thätigkeit dem Institute seit dem Jahre 1865 zu Gute gekommen war. In die volle Lücke, welche so durch den Hingang Wilhelm Henzen's und den Abgang des Hrn. Helbig bei der römischen Zweiganstalt entstanden war, sind seit dem 1. October der bisherige erste Secretar in Athen, Hr. Petersen, als Nachfolger Henzen's und Hr. Hülsen als commissarisch ernannter zweiter Secretar getreten. In die durch den Übergang des Hrn. Petersen nach Rom freigewordene Stelle des ersten Secretars an der athenischen Zweiganstalt trat der bisherige zweite Secretar in Athen, Hr. Dörpfeld, und an seinen Platz als zweiter Secretar wurde commissarisch Hr. Wolters berufen. Gleichzeitig mit diesen Personaländerungen in Rom und Athen trat bei der Centraldirection in Berlin eine Änderung in's Leben, indem die bisher im Nebenamte versehene Function des Vorsitzenden zu dem neuerrichteten etatsmässigen Amte eines Generalsecretars, wie der Titel nach Gerhard'scher Tradition lautet, umgestaltet und so für das Institut auch in Berlin eine eigene Arbeitskraft gewonnen wurde. In das neue Amt wurde der bisherige Vorsitzende ernannt. Dieser übernahm nunmehr auch die Herausgabe der Berliner Publi-

cationen, für welche bis dahin Hr. Fränkel in dankenswerther Weise seit mehr als einem Jahrzehnt gewirkt und namentlich auch die Neugestaltung vor zwei Jahren durchgeführt hatte.

Von den periodischen Publicationen des Instituts wurde erst im abgelaufenen Jahre ausgegeben der Jahrgang 1885 der *Monumenti* und *Annali*, mit welchem diese Reihen abgeschlossen sind, so weit nicht die vorhandenen Bestände von Tafeln noch zur Herausgabe eines Supplements zu den *Monumenti* Veranlassung geben werden. Die Denkmäler und das Jahrbuch, bei deren Herausgabe Hr. Köpp als Hülfsarbeiter eintrat, vollendeten ihren zweiten Jahrgang. In Rom und Athen führte der Personenwechsel eine vorübergehende Verzögerung des Erscheinens der »Mittheilungen« herbei: der Abschluss des 12. Bandes derselben in Athen wurde aber soeben erreicht, der des 2. Bandes in Rom bereits im Februar. Auch von der *Ephemeris epigraphica*, dem Supplemente zum *C. I. L.* der Akademie, steht die Ausgabe eines Halbbandes nahe bevor.

Die Arbeit des Hrn. Robert bei der Sammlung der römischen Sarkophagreliefs war im vergangenen Jahre ganz und gar auf die Fertigstellung des zweiten, zuerst auszugebenden Bandes gerichtet. 60 Tafeln sind druckfertig und grossentheils gedruckt, die noch übrigen 5 angeordnet. Der Text zu den ersten 5 Tafeln ist gesetzt, weiter bis zur 25. Tafel ist er druckfertig; der Rest bedarf nur noch der Redaction.

Bei der Sammlung der griechischen Terrakotten unter Leitung des Hrn. Kekulé war Hr. von Rohden für den Band der sogenannten Campana-Reliefs thätig, während Hr. Wolters das Material in Athen theils neu aufgenommen, theils revidirt einlieferte. Die Herstellung der beiden jetzt an erster Stelle in's Auge gefassten Bände jener Campana-Reliefs und der tanagraeischen Terrakotten hemmte der Stand der Geldmittel.

Bei der Sammlung der etruskischen Urnen, welche Hr. Körte in Händen hat, ist die Fertigstellung des 2. Bandes im vergangenen Jahre noch nicht ganz zu Ende geführt. Von der Fortsetzung der Gerhard'schen Sammlung etruskischer Spiegel lässt dagegen Hr. Körte soeben das 7. Heft erscheinen.

Bei der Sammlung der griechischen Grabreliefs war es Hrn. Conze gestattet vorzugsweise auf den Abschluss der Namens der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien herauszugebenden vornehmsten Abtheilung der attischen Reliefs hinzuarbeiten, wofür auch das athenische Secretariat mitwirkend eintrat. Hierbei blieb die Hülfe des Hrn. Brückner fortdauernd gewährt. Hrn. Kieseritzky fehlten Musse und Gelegenheit der Aufnahme der südrussischen Reliefs bereits

ernstlich näher zu treten; die Bereitwilligkeit bleibt aber dem Institute gewahrt.

Von den mit Unterstützung Seiner Excellenz des Königlich preussischen Unterrichtsministers und des Generalstabs unter Leitung der HH. Curtius und Kaupert erscheinenden Karten von Attika wurde das 5. Heft (Laurion, Olympos, Drakonera) ausgegeben, so dass von dem bisher in Angriff Genommenen nur noch die in Aufnahme fertigen Blätter Marathon und Tatoï herauszugeben sind. Hr. Milchhöfer hat seine Arbeiten für den Text an Ort und Stelle beendet.

In Rom hat die Thätigkeit des Instituts auch unter den neuen Herren Secretaren in alter Weise seinen Fortgang genommen. Der Publicationen wurde schon gedacht. Reisen machten die HH. Helbig nach Corneto und Florenz, Mau nach Pompeji, Petersen vor seinem Amtsantritt durch mehrere Theile Italiens, letzterer ausserdem kleine Ausflüge nach Cività Castellana und Alatri zur Besichtigung dortiger Tempelreste. Die archaeologischen Vorträge in den Museen, sowie die topographisch-archaeologischen Curse fanden zahlreiche Theilnahme, ausser von deutschen namentlich auch von österreichischen jungen Gelehrten, während sich an den Sitzungen italienische Mitglieder des Instituts hervorragend betheiligten. Im Sommer hielt Hr. Mau einen Cursus in Pompeji.

Von den Personalien und Publicationen der athenischen Zweiganstalt ist bereits Nachricht gegeben. An den Sitzungen sowohl, als an den Vorträgen vor den Monumenten nahmen ausser den deutschen und österreichischen Stipendiaten americanische, englische und griechische Archaeologen und Liebhaber Theil. Eine Ausgrabung wurde im Einvernehmen mit den Königlich griechischen Behörden, namentlich dem Generalephoros Hrn. Kabbadias, in Böotien in's Werk gesetzt. Es gelang die Entdeckung des Kabirenheiligthums unweit Theben; dabei lohnten ausserordentlich reiche Einzelfunde. Die Herausgabe der Ergebnisse steht zunächst in den »Mittheilungen« bevor. Die Anlegung eines Apparats von Abbildungen wurde durch eigene Anwendung der Photographie begünstigt, auch durch den Umstand, dass unter den jüngeren Archaeologen die Fertigkeit im Zeichnen in erfreulichem Zunehmen ist. Dass der Bau eines dem Institute miethweise zu überlassenden Hauses in Athen von Hrn. Schliemann so weit gebracht wurde, dass es zum Herbste dieses Jahres wird bezogen werden können, darf hier bereits mit Dank erwähnt werden. Der erforderliche Miethbetrag ist vom Reiche gewährt worden; das Institut gewinnt damit auch in Athen die Aussicht auf andauernde Verfügung über vollständig genügende Räumlichkeiten. Zu besonderem Danke ist das Institut auch der Direction des Kaiserlich und Königlich öster-

reichisch-ungarischen Lloyd verbunden für Fahrpreisermässigungen, welche gestatten eine erhöhte Reisethätigkeit zumal von Athen aus zu entfalten.

Die ordentliche Plenarversammlung der Centraldirection fand im April v. J. statt. Zu ordentlichen Mitgliedern des Instituts wurden ernannt die HH. Studniczka und Wolters, zu Correspondenten die HH. Majonica in Görz und Gilliéron in Athen. Die Reisestipendien für 1887/88 wurden vom Auswärtigen Amte auf Vorschlag der Centraldirection verliehen den HH. Graef, Schneider, Winnefeld, Winter, sowie das für christliche Archaeologie Hrn. Ficker.

Zur Thermodynamik der Atmosphaere.

Von Wilhelm von Bezold.

(Vorgetragen am 19. Januar [s. oben S. 15].)

Bei Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf die Vorgänge in der Atmosphaere hat man sich bis jetzt beinahe ausschliesslich auf solche Fälle beschränkt, in welchen man von der Wärmezufuhr oder Wärmeentziehung während der Expansion oder Compression absehen konnte.

Das sogenannte convective Gleichgewicht der Atmosphaere, das labile Gleichgewicht bei Wirbelstürmen, die Erscheinungen der Föhnwinde, wurden bisher sämmtlich unter der Voraussetzung behandelt, dass man es mit adiabatischen Zustandsänderungen zu thun habe.

Thatsächlich treten auch besonders in den zuletzt erwähnten Phaenomenen die bei Expansion und Compression sowie bei den Änderungen des Aggregatzustandes des Wassers verbrauchten oder erzeugten Wärmemengen so sehr in den Vordergrund gegen jene, welche bei diesen rasch verlaufenden Processen anderweit zugeführt oder entzogen werden, dass die genannte Annahme als durchaus zulässig bezeichnet werden muss.

Bei Untersuchung des convectiven Gleichgewichts aber gewinnt man unter dieser Voraussetzung wenigstens Einblick in den speciellen Fall, der als Grenzfall zwischen den beiden grossen Gruppen liegt, wie sie der Wärmeentziehung oder Wärmezufuhr entsprechen.

Ungeachtet dieser äusserst beschränkenden Voraussetzungen wurde durch die eben erwähnten Untersuchungen dennoch das Verständniss der meteorologischen Vorgänge in so hohem Maasse gefördert, dass man deren Durchführung als eines der charakteristischen Merkmale der modernen Meteorologie betrachten muss.

Je werthvoller aber die Ergebnisse sind, welche sich schon auf diese Weise erringen liessen, um so lebhafter muss der Wunsch hervortreten, sich von den angegebenen Beschränkungen frei zu machen, und die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auch auf solche atmosphaerische Vorgänge auszudehnen, bei welchen die Wärme-

zufuhr und Wärmeentziehung von aussen nicht mehr vernachlässigt werden darf.

Wenn diese Verallgemeinerung nicht schon längst vorgenommen wurde, so hat man den Grund wohl darin zu suchen, dass die Formeln äusserst verwickelt werden, so dass man stets Gefahr läuft, unter der Menge von Buchstaben und Zeichen den leitenden Gedanken zu verlieren.

Bei der grundlegenden Bedeutung aber, welche die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie in ausgedehntestem Maasse für die Entwickelung der Meteorologie besitzt, darf man sich offenbar durch diese äusseren Schwierigkeiten nicht abschrecken lassen.

Dies veranlasste mich zu dem Versuche, eine Methode in die Meteorologie einzuführen, welche sich bei Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf Maschinenlehre als so ungemein fruchtbar erwiesen hat, ich meine die Darstellungsweise, welche Clapeyron[1] ausgedacht hat, um die von Sadi Carnot[2] zuerst ausgesprochenen Ideen anschaulich und verständlich zu machen.

Es ist zwar schon vor einigen Jahren von Hrn. Hertz in einer höchst verdienstvollen Arbeit[3] über eine »graphische Methode zur Bestimmung der adiabatischen Zustandsänderungen feuchter Luft« ein Schritt in ähnlicher Richtung geschehen, doch waren sowohl die Aufgaben, welche sich Hr. Hertz gestellt hatte, als auch die Wege welche er einschlug, immerhin wesentlich andere als jene, welche ich hier im Auge habe.

Einerseits beschränkte sich nämlich Hr. Hertz, wie schon der Titel besagt, ausschliesslich auf Betrachtung der adiabatischen Zustandsänderungen, und andererseits war es ihm nur darum zu thun, die umständlichen Rechnungen, welche man bei Verfolgung dieser Änderungen auszuführen hat, durch ein einfaches graphisches Verfahren zu ersetzen.

Mein Bestreben dagegen geht dahin, eine Darstellungsweise anzugeben, welche bei den noch verwickelteren Formeln, mit denen man zu rechnen hat, sowie man von der beschränkenden Voraussetzung adiabatischer Änderung absieht, als leitender Faden dienen kann, und die zugleich gestattet, schon aus der Gestalt des Bildes gewisse wichtige Folgerungen zu ziehen.

Zur Erreichung dieses Zweckes dürfte aber kaum irgend welche Versinnlichung so geeignet sein, als die von Clapeyron in die Wissen-

---

[1] Poggendorff's Annalen Bd. 59. S. 446. 566.

[2] Réflexions sur la puissance motrice du feu etc. Par. 1824.

[3] Köppen. Met. Ztschft. I. S. 421—431. 1884.

schaft eingeführte, natürlich mit jenen Erweiterungen, wie sie dadurch bedingt sind, dass man bei den meteorologischen Problemen nicht, wie dort, nur zwei unabhängige Variable zu berücksichtigen hat, sondern drei oder in Einzelfällen sogar noch mehrere.

Bevor ich jedoch auf die Sache selbst eingehe, muss ich noch einen Punkt berühren, über den trotz seiner fundamentalen Bedeutung merkwürdiger Weise noch immer nicht vollständige Klarheit herrscht.

Es betrifft dies den wahren Grund der beim Aufsteigen der Luft in höhere Regionen eintretenden Abkühlung, sowie der entsprechenden Erwärmung beim Niedersinken.

Während Sir William Thomson[1], Reye[2], Hann[3], Peslin[4] und mit den genannten Forschern wohl die Mehrzahl aller Physiker und Meteorologen die Abkühlung beim Aufsteigen ganz richtig als Folge der hiebei eintretenden Expansion betrachten, so sehen Guldberg und Mohn[5] den Grund hiefür in der Arbeit, welche beim Heben der Luft zu leisten ist, und durch eine der Luft entnommene aequivalente Wärmemenge gedeckt werden soll.

Da bei den beiden Arten der Betrachtung für die Temperaturabnahme mit der Höhe der gleiche Werth erhalten wird, so findet man in dem bekannten, vorzüglichen Lehrbuche von Sprung[6] beide Anschauungen als gleichberechtigt neben einander gestellt.

Thatsächlich ist aber nur die erstere von beiden zulässig, während die von Guldberg und Mohn vertretene einen Irrthum in sich schliesst, bei dem man sich nur darüber wundern kann, dass er zwei so gewiegten Forschern entgehen konnte, und offenbar auch von Anderen bisher noch nicht bemerkt wurde.

Um volle Klarheit hierüber zu gewinnen, muss man sich vor Allem daran erinnern, wie die aufsteigenden und niedersinkenden Ströme in der Atmosphaere überhaupt zu Stande kommen.

Dies geschieht doch immer in der Art, dass durch Differenzen im specifischen Gewichte an einzelnen Stellen ein Aufstieg erfolgt, während an anderen entsprechende Mengen herabsinken.

Die Arbeit, welche zum Heben an der einen Stelle zu leisten ist, wird demnach jederzeit gewonnen durch das Herabsinken gleich grosser Massen an anderen.

---

[1] Proc. of Manch. Soc. II. 170—176. 1862.
[2] Die Wirbelstürme. Hannover 1872.
[3] Bull. hebd. de l'Associat. scientif. de France. Tome III. p. 299 ff. 1868.
[4] Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. Bd. 9. S. 321. 337. 1874.
[5] Ebenda Bd. 13. S. 113 ff. 1878.
[6] Lehrbuch d. Meteorologie. Hamburg 1885. S. 162 ff.

Wenn keine Reibung stattfände, würden dem entsprechend auch die einmal eingeleiteten auf- und absteigenden Bewegungen ohne irgend welche weitere Zufuhr von Energie in's Unendliche fortdauern. und ist eine solche nur erforderlich. um eben diese Reibungen zu überwinden.

Diese letzteren sind aber bei all' den Betrachtungen. von denen hier die Rede ist, ausser Acht gelassen worden und soll dies auch in dieser Abhandlung geschehen.

Man kann mithin den Vorgang, um den es sich hier handelt, vergleichen mit Bewegungen in geschlossenen Röhrensystemen. etwa bei einer geschlossenen Wasserheizung oder sogar mit der Bewegung einer in sich geschlossenen Kette, die frei über eine Rolle herabhängt.

Hier wird es aber niemandem einfallen zu behaupten, das im wärmeren Schenkel der Rohrleitung aufsteigende Wasser oder gar die aufsteigenden Glieder der Kette ohne Ende müssten sich abkühlen. weil die Arbeit des Hebens zu leisten sei.

Auch bei aufsteigenden oder absteigenden Strömen in Gewässern oder im Meere müsste man Abkühlung oder Erwärmen in Folge dieser Bewegungen erwarten, wenn das Aufsteigen auf Kosten der in der Flüssigkeit aufgespeicherten Wärme erfolgen könnte.

Die bei den verticalen Luftbewegungen auftretenden Temperaturänderungen kommen demnach ausschliesslich auf Rechnung der Expansions- und Compressionsarbeit, welche zu leisten ist oder gewonnen wird, und würden in ganz gleichem Betrage auftreten, wenn die entsprechenden Druck und Volumenänderungen in einem horizontalen Cylinder vor sich gingen, wobei ein Heben und Sinken ganz ausgeschlossen wäre.

Hätte man dagegen Luft in einem verticalen, unten fest. nach oben aber mit einem beweglichen Kolben verschlossenen Cylinder comprimirt. und würde man nun durch passende Belastungsänderung der Luft die Ausdehnung ermöglichen, dann würde neben der Expansionsarbeit noch jene zu berücksichtigen sein. welche zum Heben des Schwerpunktes der eingeschlossenen Luftmasse nothwendig wäre und dann würde die Abkühlung eine beträchtlichere sein. als wenn die ganze Zustandsänderung bei horizontaler Lage des Cylinders erfolgte.

Wäre der Kolben gewichtslos und ohne jegliche Belastung und würde er nur Anfangs festgehalten, dann aber plötzlich losgelassen und erst bei einer anderen Stellung in grösserer Entfernung vom Boden wieder fixirt, so wäre sogar, da in diesem Falle keine Expansionsarbeit zu leisten ist, die Abkühlung einzig und allein auf Rechnung der Arbeit zu setzen. welche zum Heben des Schwerpunktes der Luftmasse erforderlich wäre.

Durch diese Auseinandersetzungen, die ich mit Rücksicht auf die fundamentale Bedeutung der Frage absichtlich so ausführlich gehalten habe, dürfte wohl vollkommene Klarheit darüber geschaffen sein, dass die Abkühlung und Erwärmung bei auf- und absteigenden Luftströmen in der Atmosphaere nur als Folgen der Expansions- und Compressionsarbeit zu betrachten sind, nicht aber der Arbeit, welche beim Heben der Luft verbraucht und beim Niedersinken gewonnen würde, wenn nicht steigende und sinkende Mengen stets zu einem Systeme gehörten.

Da überdies die Expansions- und Compressionsarbeit niemals unbeachtet bleiben dürften, so müssten sie bei der von Guldberg und Mohn benutzten Betrachtungsweise unter allen Bedingungen noch nebenher in Rechnung gezogen werden, und würden sich alsdann für die Temperaturänderungen mit der Höhe genau die doppelten Beträge von den dort berechneten ergeben.

Dies vorausgeschickt, will ich mich nun der Eingangs gestellten Aufgabe selbst zuwenden.

Zu dem Zwecke ist es vor Allem nöthig, die Grössen festzustellen, welche bei den Untersuchungen über die Zustandsänderungen eines Gemisches aus Luft und Wasser, beziehungsweise Wasserdampf, überhaupt in Betracht kommen.

Wenn ich mich hiebei nicht vollständig an die von Hertz gewählten Bezeichnungen anschliesse, so geschieht dies deshalb, weil Hr. Hertz verschiedene vereinfachende Voraussetzungen machte, die zur Erreichung des Zieles, das er sich gesteckt hatte, durchaus zweckmässig waren, die aber bei allgemeinen theoretischen Untersuchungen, wie ich sie hier im Auge habe, nicht zulässig sind.

Aus dem gleichen Grunde muss ich auch die Zustandsgleichungen für die verschiedenen Stadien, welche das Gemische aus Luft und Wasser durchlaufen kann, und die Hertz in so übersichtlicher Weise entwickelt hat, noch einmal der Reihe nach vorführen, da sich nicht nur durch die etwas abweichende Bezeichnungsweise äusserliche, sondern auch durch Berücksichtigung einzelner von Hertz absichtlich vernachlässigter Punkte einige sachliche Verschiedenheiten ergeben.

Hr. Hertz und Andere haben bei ihren Untersuchungen die in der mechanischen Wärmetheorie gebräuchliche Voraussetzung gemacht, dass die Masseneinheit des zu betrachtenden Körpers gegeben sei und dass diese der Reihe nach die verschiedenen Zustände durchlaufe.

Diese Annahme lässt sich bei den Vorgängen in der Atmosphaere nicht mit Strenge festhalten.

Ein Kilogramm feuchter Luft bleibt zwar in seinem Bestande unverändert, so lange während der Expansion noch keine Conden-

sation des Wasserdampfes eingetreten ist, erleidet aber eine Verminderung, sowie die Niederschlagsbildung beginnt, und Regen, Schnee oder Hagel herausfällt. Wenn man also eine Menge feuchter Luft, die etwa in einer Depression oder beim Föhn auf der Luvseite eines Gebirges aufsteigt, auf ihrem Wege durch die Atmosphaere verfolgt, bis sie schliesslich entweder in einer Anticyklone, oder unter den bekannten Bedingungen der Föhnwinde auf der Leeseite wieder in dem Anfangsniveau ankommt, so ist es nicht die ganze Masse, die man wieder vorfindet, sondern nur ein, wenn auch sehr erheblicher Bruchtheil derselben, da ein Theil des Wassers zu Verlust gegangen ist.

Man kann demnach zwar mit der Masseneinheit des Gemisches die Rechnung beginnen, muss aber die im Laufe des Processes eintretenden Verluste an Masse (Gewinn tritt nur ein, wenn die Luft an feuchten Körpern vorüber streicht) berücksichtigen.

Hiebei hat man jedoch mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass man je nach dem Ausgangspunkte, den man wählt, beziehungsweise nach dem dort herrschenden Feuchtigkeitsgehalte der Luft nicht nur verschiedene Mengen von Wasserdampf, sondern auch verschiedene Mengen trockener Luft vor sich hat, da eben die Summe von beiden der Einheit gleich sein soll.

Es ist deshalb zweckmässiger, die Masseneinheit trockener Luft als gegeben anzusehen, und das Wasser als eine noch ausserdem hinzugefügte veränderliche Beimischung zu betrachten.

Dies vorausgesetzt, wollen wir nun die Masse des Gemisches in den vier von Hertz so treffend unterschiedenen Stadien, dem Trocken-, Regen-, Hagel- und Schneestadium der Reihe nach durch M_a, M_b, M_c, M_d bezeichnen, und auch den übrigen Grössen, sofern eine Hervorhebung des betreffenden Stadiums nothwendig sein sollte, die gleichen Buchstaben als untere Indices beifügen. Bei Rechnungen jedoch, die sich nur auf ein bestimmtes Stadium beziehen, sollen diese Indices wegbleiben, um die Formeln nicht allzusehr zu belasten.

Dies vorausgesetzt, erhält man zunächst für die vier Stadien die nachstehenden Gleichungen, die man passend als Mischungsgleichungen bezeichnen kann:

A. Trockenstadium:

$$M_a = 1 + x_a$$

oder abgekürzt

$$M = 1 + x,$$

wobei x bez. x_a die Menge Wasserdampf bezeichnet, welche der Masseneinheit trockener Luft (einem Kilogramm) beigemischt ist. Hiebei

ist vorausgesetzt, dass die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, und bedeutet demnach x_a immer die Menge ungesättigten (überhitzten) Dampfes, welcher in der Menge enthalten ist. Diese Menge bleibt in der freien Atmosphaere im Allgemeinen constant, da in diesem Stadium Niederschlag ausgeschlossen und eine nennenswerthe Aufnahme von Wasserdampf nur an der Oberfläche der Erdoberfläche möglich ist, und da die Mengen von Wasserdampf, welche in der Atmosphaere zwischen Luftmengen von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalte ausgetauscht werden, zunächst wohl unbeachtet bleiben dürfen.

B. Regenstadium:

$$M_b = 1 + x_b + x_b'$$

oder wenn Verwechselung ausgeschlossen ist, wie oben

$$M = 1 + x + x'.$$

Hiebei bezeichnet x_b die Menge gesättigten Wasserdampfes, welche in der Luft enthalten ist, x_b' die ausserdem vorhandene Menge tropfbar flüssigen Wassers.

Nimmt man an, dass die Luft durch Abkühlung bez. durch adiabatische Expansion aus dem Trockenstadium in das Regenstadium übergegangen sei, so ist

$$M_b \overline{\gtrless} M_a,$$

wobei die Gleichheit nur als Grenzfall zu betrachten, im Allgemeinen aber das Zeichen $<$ als das charakteristische anzusehen ist.

x_b' ist immer sehr klein und kann nur in Ausnahmsfällen, d. h. bei einem ungewöhnlich starken aufsteigenden Luftstrome, welcher das Herausfallen des Regens verhindert oder richtiger die Tropfen mit sich in die Höhe führt, einigermaassen grössere Werthe annehmen. Wie gross diese werden können, dafür fehlt bis jetzt noch jeglicher Anhaltspunkt.

C. Hagelstadium:

$$M_c = 1 + x_c + x_c' + x_c''$$

wobei x_c die Menge gesättigten Dampfes, x_c' jene des in flüssiger Form vorhandenen Wassers und x_c'' jene des beigegebenen Eises bezeichnet. Hiebei ist unter den ähnlichen Voraussetzungen wie oben, wiederum

$$M_c \overline{\gtrless} M_b.$$

Dieses Stadium kann überhaupt nur eintreten, wenn der Luft flüssiges Wasser beigemischt ist, und dieses Gemische bis auf 0° abgekühlt wird.

D. Schneestadium:

$$M_d = 1 + x_d + x_d''$$

wobei die Bezeichnung nach dem eben Gesagten selbstverständlich ist und auch wieder, sofern man das Gemische als aus dem vorigen Stadium kommend betrachtet:

$$M_d \gtreqless M_c$$

Bei dem häufigsten Falle, wo eine aufsteigende Luftmasse p durch Abkühlung allmälig die verschiedenen Zustände durchläuft, würden x' und x'' meist verschwindend klein sein, so dass das Hagelstadium ganz übersprungen wird und in allen Formeln nur die eine unabhängige Variable x vorkommt.

M nimmt dabei stetig ab.

Hertz hat bei seiner Untersuchung die Änderung von M nicht berücksichtigt, sondern diese Grösse als constant angesehen. Für den von ihm verfolgten Zweck war dies zulässig, hier muss, wie schon Eingangs gesagt, diese Beschränkung vermieden werden.

Die allgemeinere Betrachtung führt vor Allem zu der Erkenntniss, dass man es hier mit einer Art von Vorgängen zu thun hat, wie sie meines Wissens in der mechanischen Wärmetheorie bis jetzt noch nicht betrachtet worden sind, nämlich solche, die in den kleinsten Theilchen umkehrbar sind, im Ganzen aber zu den nicht umkehrbaren gehören.

So lange nämlich die Grössen x' und x'' nicht gleich 0 sind, sondern einen, wenn auch noch so kleinen endlichen Werth besitzen, so kann die Dampfmenge, die bei der Abkühlung bez. Expansion condensirt wurde, bei Erwärmung oder Compression wieder zur Verdunstung gebracht werden.

Sowie jedoch die kleine Wassermenge verdunstet ist, tritt bei weiterer Erwärmung die Luft wieder in das Trockenstadium, aber mit einer anderen Dampfmenge als sie ursprünglich hatte, so dass nun andere Zustände durchlaufen werden, als zuerst, wo die Luft unter fortgesetzter Wasserabgabe expandirte.

Um nun den Zustand der Luftmenge vollkommen bestimmen zu können, brauchen wir neben den Variablen, die in den Mischungsgleichungen vorkommen, noch das Volumen v, welches die Masse M einnimmt, und den Druck p.

Den letzteren messen wir durch den Druck in Kilogrammen auf das Quadratmeter, wobei wir hier unter Kilogramm das Gewicht zu verstehen haben, welches die Masse eines Kilogramms unter dem 45° Breite hat.

Zwischen dem so gemessenen Druck p, dem sogenannten specifischen Druck, und zwischen dem in Millimeter Quecksilber ausgedrückten β besteht die einfache Relation

$$p = 13.6 \cdot \beta,$$

während er in Atmosphaeren gemessen einen Werth

$$P = \frac{p}{10333}$$

hat, so dass man unschwer von einem Maass auf das andere übergehen kann.

Dies vorausgeschickt, lassen sich nur die Zustandsgleichungen für die verschiedenen Stadien aufstellen.

Ihre allgemeine Form ist

$$f(v, p, t, x) = 0,$$

sie enthält demnach eine Variable mehr, als man sie sonst bei den Zustandsgleichungen findet.

Die Grössen x' und x'' erscheinen nicht in derselben, da sie im Allgemeinen so klein sind, dass sie auf p und v gar keinen Einfluss äussern.

Will man nun einen Zustand des Gemisches geometrisch versinnlichen, so muss man sich neben p und v, die in der gewöhnlichen Weise durch Ordinate und Abscisse in einem rechtwinklichen Coordinatensystem mit den Axen OP, OV dargestellt werden sollen, noch einer dritten Coordinate bedienen: als solche wählt man mit Vortheil den Werth x und trägt diesen in der zu der PV-Ebene senkrechten Richtung parallel der Axe OX auf. Bei dieser Art der Darstellung finden alle Zustände mit dem nämlichen Werthe von x ihre Repräsentation in ein und derselben Ebene, die von der PV-Ebene nur sehr wenig absteht, wenn man den Atmosphaerendruck als Einheit des Druckes wählt, und gleichlange Linien im Sinne der V- und X-Axe als Einheiten des Volumens (1^{cbm}) und der Masse.

Denkt man sich nun die Ebenen übereinander, in denen Zustände ihre Darstellung finden, die etwa von Gramm zu Gramm d. h. um Tausendstel der gewählten Einheit weiter schreiten, dann liegen diese wie Blätter übereinander und man kann sich bei Betrachtung der Zustandsänderungen einfach an die Curve halten, welche die Projection des repräsentirenden Punktes auf die PV-Ebene beschreibt. Es wird deshalb auch in der Folge diese Ebene häufig kurzweg als Coordinatenebene bezeichnet werden.

Man kann deshalb auch die Versinnlichung dieser Vorgänge in der Ebene durchführen, wenn man nur gewisse Kunstgriffe gebraucht,

von welchen später die Rede sein soll, und wenn man die entstehenden Curven in ähnlicher Weise betrachtet, wie etwa die Linien auf Riemann'schen Flächen.

Das Wesentlichste aber ist, dass dabei die aufgewendete oder geleistete äussere Arbeit genau ebenso ihre Versinnlichung findet, wie bei dem einfachen Clapeyron'schen Verfahren.

Für die bei einer unendlich kleinen Zustandsänderung zuzuführenden Wärmemenge gilt nämlich auch bei den hier gewählten Bezeichnungen[1] und unter den speciellen Voraussetzungen die Formel

$$dQ = AdU + Apdv$$

oder wenn man von einem Anfangszustand zu einem Endzustande übergeht

$$Q = A[U_2 - U_1] + A\int_{v_1}^{v_2} pdv$$

Hier sind in den Werthen für die Energie die Grössen x, x', x'' enthalten und spielen sogar eine sehr bedeutende Rolle darin, auch kommt x implicite in v vor, aber $\int_{v_1}^{v_2} pdv$ wird unbeschadet dessen durch den Flächenraum dargestellt, der zwischen dem Curvenstücke (genauer der Projection der die Zustandsänderung versinnlichenden Curven auf die PV-Ebene) der Anfangs- und Endordinate und dem von diesen abgeschnittenen Stücke der Abscissenaxe liegt.

Im Folgenden sollen nun die Zustandsgleichungen für die einzelnen Stadien betrachtet, aus ihnen jene der charakteristischen Curven (Isothermen, Adiabaten, Curven constanter Sättigungsmenge) abgeleitet, und endlich deren Verlauf in dem geometrischen Bilde untersucht werden.

A. Trockenstadium.

Bezeichnet man den von der trockenen Luft ausgeübten Partialdruck durch p_l, den von dem Dampfe herrührenden durch p_δ und unterscheidet man alle auf Luft und Wasserdampf bezügliche Grössen in analoger Weise durch die gleichen Indices, so ergiebt sich ohne weiteres

---

[1] Ich benutze hier die mir geläufige Zeuner'sche Schreibweise, d. h. ich setze voraus, dass die Energie in Arbeitseinheiten ausgedrückt sei.

$$p = p_\lambda + p_\delta = \frac{R_\lambda T}{v} + x \frac{R_\delta T}{v}$$

oder

(1) $$pv = (R_\lambda + x R_\delta) T,$$

wo R_λ und R_δ die Gasconstanten für Luft und Wasser sind, d. h. $R_\lambda = 29.272$ und $R_\delta = 47.061$.

Bleibt nun x constant, so geht die Gleichung für ein constantes T in die einer gleichseitigen Hyperbel über.

Die Isotherme ist demnach für feuchte nicht gesättigte Luft ebenso wie für trockene eine gleichseitige Hyperbel, beziehungsweise ein Stück einer solchen. Die Gleichung verliert nämlich für bestimmte Werthe von v ihre Bedeutung.

Die Grundbedingung des Trockenstadiums besteht ja eben darin, dass der Druck p_δ kleiner sei als der Druck e, wie er dem gesättigten Dampfe bei gleicher Temperatur entspricht, oder in Formeln

$$\frac{x R_\delta T}{v} < e,$$

wobei e eine von T abhängige und mit T rasch wachsende Grösse ist.

Die Gleichung (1) gilt mithin nur, wenn

(2) $$v > \frac{x R_\delta T}{e}$$

und das Stück der Hyperbel beginnt demnach mit dem Punkte, dessen Abscisse

(3) $$v_s = \frac{x R_\delta T}{e}$$

ist. Da e rascher wächst wie T, so nimmt diese Anfangsabscisse mit wachsender Temperatur ab.

Die Anfangspunkte aller zu ein und derselben Dampfmenge x gehörigen Isothermen liegen demnach auf einer Curve, deren Verlauf ungefähr aus den später mitzutheilenden Figuren zu ersehen ist, in welchen solche Curven durch SS mit allenfalls erforderlichen Indices bezeichnet sind.

Diese Curve begrenzt demnach die Ebene, in welcher die Zustände des Trockenstadiums mit der constanten Dampfmenge x ihre Darstellung finden, nach den Coordinatenaxen hin ab. Wird sie von einer eine Zustandsänderung darstellenden Curve so geschnitten, dass man von der den Axen abgewendeten concaven Seite nach der convexen übergeht, dann verlässt man das Trockenstadium und gelangt in jene der Condensation, d. h. in das Regen- oder Schneestadium.

Ich will diese Curve deshalb als »Sättigungscurve« oder »Thaupunktscurve« bezeichnen.

Die Punkte dieser Curven wurden bei der eben durchgeführten Betrachtung durch die hyperbolischen Isothermen und durch die Anfangsabscissen bestimmt.

Man kann aber ebenso gut neben den Anfangsabscissen auch die entsprechenden Ordinaten benutzen.

Für die Ordinaten im Trockenstadium gilt nämlich die Gleichung

$$p = p_\lambda + p_\delta < p_\lambda + e,$$

mithin für die Anfangsordinate der Isotherme T, die als auf der Sättigungscurve liegend durch p_s bezeichnet werden soll, die Gleichung

$$p_s = p_\lambda + e$$

oder

$$p_s = \frac{R_\lambda T}{v_s} + e$$

oder endlich nach Einsetzung des Werthes von v_s

$$p_s = \frac{R_\lambda + xR_\delta}{xR_\lambda} e. \tag{4}$$

Es ist mithin leicht, für irgend eine constante Dampfmenge x und beliebige Temperaturen die zusammengehörigen Werthe von v_s und p_s zu berechnen.

Dagegen dürfte es nur mit grosser Schwierigkeit und auch dann nur unter Benutzung empirischer Formeln möglich sein, die Gleichung der Sättigungscurve in die gewöhnliche Form

$$F(v_s, p_s) = 0$$

zu bringen.[1]

Wir wollen deshalb auch von Versuchen nach dieser Richtung hin vollkommen absehen. Um so wichtiger ist es, darauf hinzu-

[1] Man übersieht dies aus folgender Betrachtung:

Da nach Gleichung (4) $e = \phi(p_s, x)$ und da ferner $e = F(T)$ und mithin auch

$$T = \psi(p_s, x)$$

ist, da ferner den Gleichungen (3) und (4) zufolge

$$v_s p_s = (R_\lambda + xR_\delta) T$$

ist, so ist auch

$$v_s p_s = (R_\lambda + xR_\delta) \psi(p_s, x)$$

oder wenn man x als Constante unter dem Functionalzeichen weglässt:

$$v_s p_s = (R_\lambda + xR_\delta) \psi(p_s),$$

eine Gleichung, welche nurmehr v_s und p_s, aber freilich nicht explicite, als Variable enthält.

weisen, dass man aus der Sättigungscurve für einen bestimmten Werth von x mit Leichtigkeit solche für andere Dampfmengen ableiten kann.

Ist nämlich T und mithin auch e constant, so folgt aus

$$v_s = x \cdot \frac{R_\delta T}{e}$$

unmittelbar, dass die Anfangsabscissen der gleicher Temperatur aber verschiedenen Dampfmengen entsprechenden Isothermen eben diesen Dampfmengen proportional sind, oder wenn man die zu den Dampfmengen x_1 und x_2 gehörigen Anfangsabscissen durch v_1 und v_2 bezeichnet

$$v_1 : v_2 = x_1 : x_2.$$

Hat man demnach irgend einen Punkt N_1 der Thaupunktscurve S_1, wie er einer bestimmten Temperatur T entspricht (Anfangspunkt der Isotherme T, x_1, wenn man die der Temperatur T und der Dampfmenge x_1 entsprechende in der angegebenen Weise bezeichnet), und zieht man nun die der gleichen Temperatur zugehörige Isotherme für die Dampfmenge x_2, so ist nur die Abscisse von N_1 in dem Verhältniss $x_2 : x_1$ zu theilen bez. zu vergrössern, um die des Anfangspunktes N_2 der zuerst unbegrenzt gedachten Isotherme T, x_2 zu erhalten, d. h. einen Punkt der Thaupunktscurve S_2, wie sie der Dampfmenge x_2 entspricht.

Fig. 1.

Die Thaupunktscurven S_1, S_2, S_3 der nebenstehenden Figur (Fig. 1) entsprechen demnach Dampfmengen $x_2 = 2x_1$, $x_3 = 3x_1$, wenn S_1 zur Dampfmenge x_1 gehört.

Die Isothermen T, x_1 und T, x_2 aber verlaufen so nahe neben einander, dass sie nur bei einem sehr grossen Maassstabe in der Figur getrennt erscheinen könnten,[1] da zwischen den zu dem nämlichen v gehörigen Ordinaten p_1 und p_2 der beiden Isothermen die Beziehungen bestehen:

[1] Es muss hier jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass alle in dieser Abhandlung vorkommenden Figuren einen rein schematischen Charakter an sich tragen. Wollte man die einzelnen Grössen so eintragen, wie sie sich aus der Rechnung ergeben, so würden die Figuren alle Übersichtlichkeit einbüssen. Die hier angegebene Methode bedarf deshalb auch erst noch ganz besonderer Modificationen, wenn sie, wie später angedeutet, zum graphischen Rechnen verwendet werden soll.

$$p_1 - p_2 = (x_1 - x_2)\frac{R_\delta T}{v}$$

oder auch

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{R_\lambda + x_1 R_\delta}{R_\lambda + x_2 R_\delta}.$$

Dieser Quotient aber steht der Einheit immer sehr nahe, da alle Werthe von x, wie sie hier in Betracht kommen können, zwischen 0 und 0.03 gelegen sind.

Man darf mithin in der Mehrzahl der Fälle sämmtliche Isothermen T, x, wie sie dem bestimmten Werthe T entsprechen, als zusammenfallend ansehen und hat sich nur daran zu erinnern, dass sie je nach dem Betrage von x an verschiedenen Stellen derselben Hyperbel ihren Anfangspunkt haben.

Man erhält demnach auch aus irgend einer Thaupunktscurve S_1 eine andere S_2, indem man, wie es in Fig. 1 bereits geschah, einfach auf hindurchgelegten gleichseitigen Hyperbeln mit constantem Expansions- oder Compressionsverhältniss weiter geht.

Beschränkt man die Betrachtungen zunächst noch auf den Theil einer Ebene mit der constanten Dampfmenge x, welcher rechts, d. i. auf der von den Coordinatenaxen abgewendeten Seite der Thaupunktscurve liegt, d. h. auf das Trockenstadium, so gelten dort für die charakteristischen Curven dieselben Sätze wie für sogenannte vollkommene Gase, insbesondere wie für Luft, mit ganz kleinen von dem Mischungsverhältniss abhängigen Änderungen in den Constanten.

Es sind mithin in diesem Stadium auch die Isodynamen gleichseitige Hyperbeln, und ferner gilt auch für die Adiabaten die Gleichung

$$pv^k = p_1 v_1^k$$

wenn sich p_1, v_1 auf irgend einen bestimmten Anfangs-, p und v aber auf einen beliebigen Endzustand beziehen.

Die Constante k darf hier ohne nennenswerthen Fehler, der bei trockener Luft gleichgesetzt, d. h. = 1.41 gewählt werden. Die Dampfmenge verschwindet demnach gänzlich aus der Formel und haben die Adiabaten in allen den verschiedenen Werthen von x entsprechenden Ebenen den gleichen Verlauf.

Betrachtet man die adiabatischen Curven als Linien constanter Entropie, und stellt man deshalb als Grundbedingung die Gleichung auf

$$S - S_1 = 0$$

wo S die Entropie ist, so erhält die Gleichung der Adiabaten die Form:

$$(c_p + x c'_p)\lg\frac{T}{T_1} - A(R_\lambda + x R_\delta)\lg\frac{p}{p_1} = 0$$

wenn durch c_p^* die Wärmecapacität bei constantem Drucke für überhitzten Wasserdampf bezeichnet wird.

Kennt man den Verlauf irgend einer Adiabate im Trockenstadium, so ist es leicht beliebig viele andere zu construiren.

Beim Weiterschreiten auf ein und derselben Isotherme gilt nämlich nach bekannten Sätzen für die bei der Expansion von v_1 auf v_2 zuzuführende Wärmemenge die Formel

$$Q_{1,2} = AR^* T \lg \frac{v_2}{v_1}$$

wenn der Einfachheit wegen $R_\lambda + xR_\delta = R^*$ gesetzt wird.

Es ist mithin auch

$$(5) \qquad \frac{Q_{1,2}}{T} = AR^* \lg \frac{v_2}{v_1}$$

Der Quotient $\frac{Q_{1,2}}{T}$ ist aber nichts anderes als die Abnahme[1] der Entropie bei isothermer Expansion vom Volumen v_1 auf das Volumen v_2. Geht man demnach von einer Linie constanter Entropie (Adiabate) aus und schreitet man auf verschiedenen Isothermen, welche diese Curven schneiden, so weiter, dass das Expansionsverhältniss constant bleibt, so gelangt man zu Punkten einer zweiten Adiabate.

Setzt man nun $v_1 = v$ und $v_2 = v + \Delta v$ und macht man dann $\Delta v = \nu v$, wo ν eine Constante (ein passend gewählter ächter Bruch) ist und setzt man in entsprechender Weise ΔQ statt Q und ΔS für den Unterschied der Entropie, so findet man

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = AR^* \lg (1 + \nu)$$

Man kann demnach, sobald nur der Verlauf einer Adiabate bekannt ist, ähnlich wie bei den Thaupunktscurven nach einem einfachen Constructionsverfahren die Coordinatenebene mit einer Schaar solcher Adiabaten bedecken, von denen jede gegen die benachbarten den constanten Unterschied der Entropie von dem Betrage ΔS zeigt.

[1] Für die hier vorliegenden Fragen empfiehlt es sich ähnlich wie dies Zeuner bei den Anwendungen der mechanischen Wärmetheorie auf Maschinen thut, den der Luft zugeführten Wärmemengen das positive Vorzeichen zu geben. Es entspricht demnach ein Zuwachs des Quotienten $\frac{Q}{T}$ einer Abnahme der Entropie nach der von Clausius aufgestellten Definition. (S. Clausius, Abhandlungen. Braunschweig 1884. Abhdlg. IV, S. 140 und Abhdlg. VI S. 276.)

B. Regenstadium.

Für das Regenstadium gilt, wie schon angegeben, die Mischungsgleichung

$$M = 1 + x + x',$$

wobei x' im Allgemeinen sehr klein ist, x aber, abgesehen von Ausnahmsfällen, nur abnehmen kann.

Die Zustandsgleichung dagegen ist

$$p = \frac{R_2 T}{v} + e, \tag{6}$$

wo e der Dampfdruck ist, der seinerseits in diesem Stadium, d. h. im Zustande der Sättigung, einzig und allein von der Temperatur T abhängt.

Ausserdem besteht noch die schon oben (3) in Form einer Grenzbedingung entwickelte Gleichung

$$e = \frac{x R_3 T}{v}. \tag{7}$$

Diese letztere Formel lässt sofort die schon oben angedeutete Thatsache erkennen, dass man es hier im Allgemeinen mit Veränderungen zu thun hat, die nur in beschränktem Maasse umkehrbar sind.

Setzt man nämlich beispielsweise T constant, während v wachsen soll, so bleibt die Gleichung nur dann erfüllt, wenn auch x wächst. Das Gleiche gilt wegen des mit T rasch wachsenden e, wenn v constant gehalten wird, und T zunimmt oder noch allgemeiner gesprochen, für alle Zustandsänderungen, welche im Diagramm durch ein Weiterschreiten nach der concaven Seite der Thaupunktscurve versinnlicht werden.

Eine Zunahme von x ist aber in der freien Atmosphaere im Allgemeinen nur in ganz beschränktem Umfange möglich, nämlich nur dann, wenn neben dem Dampfe noch flüssiges Wasser in der Luft suspendirt ist, und nur so lange als eben dieser Vorrath reicht.

Der letztere wird in der Mehrzahl der Fälle bald erschöpft sein, da eben das tropfbar flüssige Wasser, sowie seine Masse beträchtlicher wird, als Regen herausfällt.

Zustandsänderungen nach der concaven Seite der Thaupunktscurven hin sind demnach im Regenstadium immer nur in sehr beschränktem Maasse möglich und nur so lange bis der Zustand der Übersättigung[1] sein Ende findet und in den der einfachen Sättigung

[1] In gewissem Sinne darf der Fall, wo flüssiges Wasser oder Eis der Luft beigemischt ist, wohl auch als Übersättigung bezeichnet werden, freilich nur mit dem Vorbehalte, dass eine Verwechselung mit der eigentlichen Übersättigung, bei welcher der Überschuss über die Sättigungsmenge in Gasform vorhanden ist, ausgeschlossen sei.

übergeht. Dies tritt ein sobald die Curve der Zustandsänderung die Thaupunktscurve $x + x'$ erreicht.

Unter Berücksichtigung der geometrischen Darstellung kann man diesen Satz auch so ausdrücken, dass man sagt: Im Regen- (oder Schnee-) Stadium sind Zustandsänderungen nur umkehrbar, wenn, und so lange sie ihre Versinnlichung oberhalb der Thaupunktfläche finden. Finden sie diese in der Thaupunktfläche selbst, so sind nur solche Änderungen möglich, bei welchen der versinnlichende Punkt sich der horizontal gedachten Coordinatenebene nähert d. h. auf der Fläche herabgleitet oder im Grenzfalle in der Thaupunktscurve selbst weitergeht.

Ein Ansteigen auf der Thaupunktsfläche ist in der freien Atmosphaere nur in Ausnahmsfällen denkbar (z. B. bei Hindurchfallen von Regen durch andere Schichten oder Mischung mit feuchter Luft), ein Weiterschreiten nach der concaven Seite der Thaupunktscurve oder nach der Unterseite der Thaupunktsfläche bedeutet einen Übergang in das Trockenstadium.

Man muss sich deshalb bei Benutzung der graphischen Darstellungen stets vor Augen halten, dass im Regen- und Schneestadium die Curven im Allgemeinen nur in einem am besten durch Pfeile zu versinnlichendem Sinne durchlaufen werden können, und dass ein Rücklaufen auf derselben Curve eine Unmöglichkeit ist.

Trotzdem können bei dem Weiterschreiten in dem zulässigen Sinne genau dieselben Formeln Verwendung finden, wie bei den umkehrbaren Zustandsänderungen. Die hier vorkommenden dürfen deshalb wohl mit Recht als »beschränkt umkehrbar« bezeichnet werden.

Wir wenden uns nun auch für das Regenstadium der Betrachtung der »Isotherme« und der »Adiabate« zu.

Die Gleichung der Isotherme hat man vor sich, sowie man in der Zustandsgleichung

$$p = \frac{R_1 T}{v} + e$$

die Temperatur T als constant betrachtet.

Da in diesem Falle e auch constant ist, so ist diese Curve ebenso wie beim Trockenstadium eine gleichseitige Hyperbel, von deren Asymptoten die eine ebenso wie beim Trockenstadium mit der Axe der p zusammenfällt, die andere aber um das kleine Stück e gegen die Axe der v nach der Seite der positiven p hin verschoben ist.

Dabei gilt jedoch diese Gleichung sofern man Übersättigung ausschliesst, beim Ausgehen von einem bestimmten Anfangszustande immer nur für abnehmende Werthe von v.

Übrigens genügt ein Blick auf die Gleichungen der Isothermen im Trocken- und Regenstadium, um sich davon zu überzeugen, dass sich die beiderlei Curven für eine bestimmte Temperatur nur sehr wenig von einander unterscheiden, und dass bei dem Übergang vom Trocken- nach dem Regenstadium auf der Isotherme sich nur eine ganz leichte Knickung mit der Ecke nach rechts oben bemerkbar macht.

Dies geht auch schon aus dem Umstande hervor, dass die Isotherme für das Regenstadium die Anfangspunkte sämmtlicher Isothermen im Trockenstadium enthält, welche Werthen von x_a entsprechen, die kleiner sind als der Werth x_b, von welchem man ausgeht.

Um die Gleichung der Adiabate zu erhalten, muss man die Wärmemenge dQ kennen, welche bei einer sehr kleinen Zustandsänderung zuzuführen ist. Dieses dQ setzt sich zusammen aus der Wärmemenge dQ_λ, welche der vorhandenen trockenen Luft, und der Menge dQ_δ, welche dem beigemischten Wasser bez. Wasserdampf zuzuführen ist.

Für diese Grössen gelten die Gleichungen:

$$dQ_\lambda = c_v dT + AR_\lambda T \frac{dv}{v}$$

und

$$dQ_\delta = Td\left(\frac{xr}{T}\right) + (x + x')\, dT$$ [1]

Hierbei hat x' Werthe, welche zwischen 0 und $x_a - x$ liegen, wenn x_a die Dampfmenge bezeichnet, welche dem aus dem Trockenstadium in das Regenstadium übergegangenen Kilogramm in dem ersteren beigegeben war.

x' ist gleich 0, wenn alles condensirte Wasser sofort herausfällt, es ist gleich $x_a - x$, wenn es alles mitgerissen wird.

Die beiden Grenzfälle werden in der Natur verhältnissmässig selten vorkommen, da jedoch gegenwärtig noch alle Anhaltspunkte dafür fehlen, in welchem Maasse flüssiges Wasser in der Luft suspendirt sein, bez. mitgerissen werden kann, so muss man sich bei der theoretischen Untersuchung eben auf diese Grenzfälle selbst beschränken.

Im Sinne der graphischen Darstellung gesprochen, heisst dies, man muss sich damit begnügen, jene Fälle zu untersuchen, in welchen der darstellende Punkt entweder in der gleichen Ebene bleibt, wie im Trockenstadium, oder aber auf der Thaupunktsfläche selbst weiter schreitet.

---

[1] Clausius a. a. O. Abhandlung V, S. 174.

Bisher hat man nur den ersten Fall in Betracht gezogen, obwohl der zweite im Allgemeinen sich den in der Natur vorkommenden Verhältnissen besser anschliesst.

Die oben angeführte Gleichung für dQ_δ nimmt demnach verschiedene Formen an, je nachdem man den einen oder anderen Grenzfall in's Auge fasst, und zwar wird

$$dQ_\delta = Td\left(\frac{xr}{T}\right) + x_a dT,$$

wo x_a constant ist, wenn alles durch Condensation gebildete Wasser suspendirt bleibt, und

$$dQ_\delta = Td\left(\frac{xr}{T}\right) + xdT,$$

wo $x = \frac{ev}{R_\delta T}$ ist, wenn dieses Wasser sofort herausfällt.

Der erste Fall entspricht einer nur durch den ursprünglichen Wassergehalt und weiter nicht begrenzten Übersättigung oder wie ich kurz sagen will »maximaler Übersättigung« der andere der normalen Sättigung bei Ausschluss jeder Übersättigung.

Für die dem Gemische zuzuführende Wärmemenge $dQ = dQ_l + dQ_\delta$ erhält man demnach ebenfalls zwei Gleichungen und zwar:

1. bei maximaler Übersättigung:

$$dQ = (c_v + x_a)dT + Td\left(\frac{xr}{T}\right) + AR_\lambda T\frac{dv}{v} \tag{8}$$

2. bei normaler Sättigung:

$$dQ = c_v dT + xdT + Td\left(\frac{xr}{T}\right) + AR_\lambda T\frac{dv}{v} \tag{9}$$

Setzt man $dQ = o$ so bekommt man die Differentialgleichungen der Adiabaten für die beiden Grenzfälle.

Hiebei darf man jedoch nicht übersehen, dass man es streng genommen bei Erfüllung der Bedingung $dQ = o$ doch nur in dem einen Grenzfalle und zwar in dem maximaler Übersättigung mit einer Adiabate im gewöhnlichen Sinne des Wortes zu thun hat.

Stellt man nämlich für die Adiabate einzig und allein die Bedingung auf, dass bei der betreffenden Zustandsänderung weder Wärme zugeführt noch entzogen werden soll, dann hat man freilich in beiden Fällen richtige Adiabaten vor sich. Definirt man jedoch die adiabatische Zustandsänderung als eine solche, bei welcher nicht nur alle äussere Arbeit auf Kosten der Energie geleistet wird, sondern auch der ganze Verlust an Energie in äussere Arbeit

verwandelt wird, dann wird die Definition für den zweiten Grenzfall und auch für alle zwischenliegende, Werthen von $x' \begin{smallmatrix} > 0 \\ < x_a - x \end{smallmatrix}$ entsprechenden, ebenfalls der Bedingung $dQ = 0$ genügenden Zuständsänderungen hinfällig.

Sowie nämlich das condensirte Wasser herausfällt, vermindert sich die Energie nicht nur um den zur Leistung äusserer Arbeit erforderlichen Betrag, sondern auch noch um jene Menge, welche das mit bestimmter Temperatur ausgeschiedene Wasser mit sich fortnimmt.

Ich will deshalb jene Zustandsänderungen, bei welchen $dQ = 0$ ist, $x + x'$ aber $< x_a$, d. h. jene Änderungen, bei denen das Wasser ganz oder theilweise herausfällt als »pseudoadiabatische« bezeichnen, und speciell jene Curve, welche sich bei vollständigem Ausscheiden des Condensationswassers ergiebt, als »Pseudoadiabate«.

Dieser Bezeichnungsweise entsprechend gilt

$$(9) \qquad (c_v + x_a)\, dT + Td\frac{xr}{T} + AR_\lambda T\frac{dv}{v} = 0$$

für die Adiabate, und

$$(10) \qquad (c_v + x)\, dT + Td\frac{xr}{T} + AR_\lambda T\frac{dv}{v} = 0$$

für die Pseudoadiabate.

Aus diesen beiden Gleichungen sieht man vor Allem, dass die Pseudoadiabate rascher sinkt, als die Adiabate. Da nämlich für $dv > 0$ jederzeit $dT < 0$ und da anderseits $x < x_a$ ist, so muss der absolute Werth von dT im Falle der pseudoadiabatischen Expansion grösser sein als bei adiabatischer, d. h. es muss die Temperatur rascher sinken, wenn alles condensirte Wasser sofort herausfällt, als wenn es noch suspendirt bleibt.

Ferner müssen beide Curven rascher sinken als die Thaupunktscurven oder mit anderen Worten, es muss für $dv > 0$ immer $dx < 0$ sein.

Dies folgt einfach aus dem Umstande, dass bei Expansion nach der Thaupunktscurve Wärme zuzuführen ist, wie schon aus der Art und Weise hervorgeht wie die Adiabaten des Trockenstadiums diese Curven treffen. Zustandsänderungen mit Wärmezufuhr werden aber jederzeit durch Curven repraesentirt, welche weniger steil nach der Abscissenaxe hin abfallen als die Adiabaten.

Die Adiabaten entfernen sich demnach bei der Expansion von der Thaupunktscurve nach der Abscissenaxe hin und mithin nimmt x ab.

Die Gleichung (8) lässt sich leicht integriren und liefert alsdann für die Adiabate die nachstehende Gleichung:

$$(10) \qquad AR_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1} + (c_v + x_a) \lg \frac{T_2}{T_1} + \frac{x_2 r_2}{T_2} - \frac{x_1 r_1}{T_1} = 0$$

oder, wenn man v mit Hülfe der Zustandsgleichung durch p, e und T ausdrückt:

$$(11) \qquad AR_\lambda \lg \frac{p_1 - e_1}{p_2 - e_2} + (c_p + x_a) \lg \frac{T_2}{T_1} + \frac{x_2 r_2}{T_2} - \frac{x_1 r_1}{T_1} = 0$$

oder endlich unter Berücksichtigung der Gleichung (7) und Einsetzen der entsprechenden Werthe für x_1 und x_2:

$$(12) \qquad AR_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1} + (c_v + x_a) \lg \frac{T_2}{T_1} + \frac{e_2 v_2 r_2}{R_\delta T_2^2} - \frac{e_1 v_1 r_1}{R_\delta T_1^2} = 0$$

oder

$$(13) \quad AR_\lambda \lg \frac{p_1 - e_1}{p_2 - e_2} + (c_p + x_a) \lg \frac{T_2}{T_1} + \frac{R_\lambda}{R_\delta} \left[\frac{e_2 r_2}{T_2 (p_2 - e_2)} - \frac{e_1 r_1}{T_1 (p_1 - e_1)} \right] = 0.$$

Betrachtet man den Endzustand als variabel und lässt man dem entsprechend den Index 2 allenthalben weg, so gehen die Gleichungen in die nachstehenden über:

$$(10^a) \qquad AR_\lambda \lg v + (c_v + x_a) \lg T + \frac{xr}{T} = C,$$

$$(11^a) \qquad -AR_\lambda \lg (p - e) + (c_p + x_a) \lg T + \frac{xr}{T} = C,$$

$$(12^a) \qquad AR_\lambda \lg v + (c_v + x_a) \lg T + \frac{evr}{R_\delta T^2} = C,$$

$$(13^a) \qquad -AR_\lambda \lg (p - e) + (c_p + x_a) \lg T + \frac{R_\lambda}{R_\delta} \cdot \frac{er}{T(p - e)} = C.$$

So einfach nun diese sämmtlichen Gleichungen in gewisser Hinsicht sind, so gestattet doch keine derselben, den Zusammenhang zwischen v und T oder p und T oder gar zwischen p und v explicite darzustellen, und ist man bei Benutzung derselben stets auf Probiren angewiesen.

Dagegen kann man auf verhältnissmässig einfache Weise die betreffenden Curven construiren, wenn man sich daran erinnert, dass die linken Seiten der Gleichungen (10) bis (13) in allen Fällen, auch wenn sie nicht gleich 0 sind, doch immer den Werth

$$\int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T}$$

liefern, wenn man das Integrale von dem Anfangszustande v_1, p_1 bis zu dem Endzustande v_2, p_2 nimmt, und dabei die hier angegebene leicht verständliche Bezeichnung der Grenzen anwendet.

Dieser Werth ist aber nichts anderes als die Abnahme der Entropie beim Übergange von dem Anfangszustande nach dem Endzustande.

Rechnet man demnach diese Grösse für verschiedene passend gewählte Paare von v_2 und p_2 aus, so erhält man den Werth der Entropie für die entsprechenden Punkte, abgesehen von einem für das ganze System gültigen Constanten. Dadurch wird man in den Stand gesetzt, auch für zwischenliegende Punkte die entsprechenden Werthe zu interpoliren, und damit auch Linien gleicher Entropie d. h. Adiabaten zu ziehen.

Besonders vortheilhaft ist es hierbei die Punkte so zu wählen, dass sie reihenweise auf Isothermen zu liegen kommen.

Dann hat man für den Unterschied der Entropie beim Übergang von einem Punkte 1 zu einem Punkte 2 dergleichen Isotherme, d. h. für $T_1 = T_2 = T$

$$\int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} = \frac{Q_{1,2}}{T} = AR_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1} + (v_2 - v_1) \cdot \tau, \tag{14}$$

wenn $\tau = \frac{er}{R_\delta T^2}$ ist, d. h. eine Grösse, die für dieselbe Isotherme constant bleibt.

Diese Gleichung lehrt übrigens auch, dass die isentropischen Curven im Regenstadium die Isothermen unter spitzerem Winkel schneiden als im Trockenstadium, für welch' letzteres die Gleichung (5), d. i.

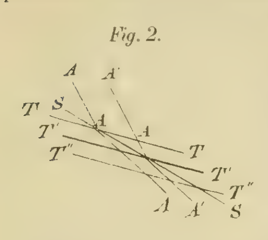
$$\frac{Q_{1,2}}{T} = AR^* \lg \frac{v_2}{v_1}$$

gilt. Aus dem Zusammenhalten der beiden Gleichungen (5) und (14) folgt nämlich, dass einer bestimmten Änderung der Entropie im Trockenstadium eine grössere Änderung von v entspricht als im Regenstadium.

Da nun die Isothermen in beiden Stadien als nahezu gleich verlaufend angesehen werden dürfen, und, wenn man ein sehr kleines Stück der Coordinatenebene betrachtet, als parallele gerade Linien, so hat man für die nämliche Änderung der Entropie im Trockenstadium ein grösseres Stück auf den Isothermen weiter zu schreiten als im Regenstadium.

Da aber andererseits die Thaupunktscurven stärker nach der positiven Seite der Abscissenaxe hin sinken als die Isothermen, so müssen die Adiabaten an den Thaupunktscurven eine Knickung erfahren in dem Sinne, wie es die nebenstehende Figur (Fig. 2) zeigt. Hiebei bedeuten SS ein Stück einer Thaupunktscurve AA, $A'A'$ u. s. w. Adiabaten, TT, $T'T'$ u. s. w. Isothermen.

Fig. 2.



Die Differentialgleichung der »Pseudoadiabate« lässt sich in ähnlicher Weise behandeln wie jene der Adiabate, während jedoch bei der Adiabate die Integration vollständig durchführbar war, wenn sie auch den Zusammenhang der unabhängigen Variablen nicht explicite gab, so ist dies bei der Pseudoadiabate nicht der Fall.

Man erhält nämlich statt der Gleichung (10) für die Pseudoadiabate die nachstehende

$$A R_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1} + c_v \lg \frac{T_2}{T_1} + \int_{(1)}^{(2)} \frac{x\, dT}{T} + \frac{x_2 r_2}{T_2} - \frac{x_1 r_1}{T_2} = 0$$

oder wenn man lieber will:

$$(15) \qquad A R_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1} + (c_v + x_a) \lg \frac{T_2}{T_1} - \int_{(1)}^{(2)} \frac{(x_a - x)\, dT}{T} + \frac{x_2 r_2}{T_2} - \frac{x_1 r_1}{T_1} = 0.$$

Versetzt man alsdann den Punkt (1) gleich selbst in die Thaupunktscurve, so wird $x_1 = x_a$ und sieht man dann den Punkt (2) einfach als variabel an, d. h. lässt man den Index 2 allenthalben weg, so erhält man:

$$(16) \qquad A R_\lambda \lg \frac{v}{v_1} + (c_v + x_a) \lg \frac{T}{T_1} - \int_{(1)}^{(2)} \frac{(x_a - x)\, dT}{T} + \frac{x r}{T} - \frac{x_a r_1}{T_1} = 0,$$

oder nach weiteren Umformungen:

$$(17) \qquad A R_\lambda \lg v + (c_v + x_a) \lg T + \frac{x r}{T} - \int_{(1)}^{(2)} \frac{(x_a - x)\, dT}{T} = C.$$

Von der Entwickelung der den Gleichungen (11) u. s. w. analogen Formeln soll abgesehen werden, und der Hinweis genügen, dass in allen das Integrale als ein Correctionsglied auftritt. Glücklicher Weise bleibt der Werth desselben immer innerhalb bescheidener Grenzen, so dass man sich bei der Berechnung mit mehr oder minder weit getriebenen Annäherungen begnügen kann.

Es mag deshalb von der weiteren Betrachtung der Pseudoadiabate Umgang genommen und nur noch darauf hingewiesen werden, dass auch aus Gleichung (16) folgt, dass die Pseudoadiabate rascher sinkt, als die Adiabate, wie dies schon oben angedeutet wurde.

Da nämlich für $v_2 > v_1$ immer $dT < 0$ ist, so hat das bestimmte Integrale, welches noch in der Gleichung vorkommt, jedenfalls einen negativen Werth und äussert mithin wegen des vor dem Integralzeichen stehenden Minuszeichens seinen Einfluss in dem gleichen Sinne wie das Glied $AR_\lambda \lg \frac{v_2}{v_1}$.

v_2 muss deshalb bei gleichem Ausgangspunkte und bei gleichem Werthe von T_2 im Falle der Pseudoadiabate kleiner sein, als wenn man nach der Adiabate weitergegangngen wäre.

C. Hagelstadium.

Die oben aufgestellten Gleichungen gelten für die Werthe von $T > 273$, sowie die Temperatur 0 oder die absolute Temperatur $T = 273$ erreicht wird, treten wesentlich andere an deren Stelle, freilich nur, wenn noch flüssiges Wasser vorhanden ist.

Im letzteren Falle gilt nämlich die Mischungsgleichung:

$$M = 1 + x + x' + x'',$$

eine Gleichung, die nur bei der Temperatur 0 bestehen kann, da nur bei dieser Temperatur Wasser und Eis neben einander vorkommen kann.

Die Zustandsgleichung erhält alsdann die einfache Form

$$p = \frac{aR_\lambda}{v} + e_0,$$

während die Gleichung $x = \frac{ev}{R_\delta T}$ in

(19) $$x = \frac{e_0 v}{aR_\delta}$$

übergeht, wobei $a = 273$ und $e_0 = 62.56$ ist.

Die einzig mögliche Zustandsänderung aber besteht in diesem Stadium in einer isothermen Expansion.

Demnach fällt auch in der Gleichung für die Wärmezufuhr das dT aus, und nimmt diese die Form an:

(18) $$dQ = r_0 dx - l dx'' + AR_\lambda a \frac{dv}{v}.$$

Hiebei muss das erste Glied auf der rechten Seite positives, das zweite negatives Vorzeichen haben, wenn man dx und dx'' positiv betrachtet, da eine Vermehrung der Dampfmenge x Wärmezufuhr nothwendig macht, Vermehrung des gebildeten Eises aber Wärmeentziehung fordert.

Setzt man $dQ = 0$, so hat man die Differentialgleichung der Adiabate, die in diesem Falle mit der Isotherme zusammenfällt, übrigens stets eine Pseudoadiabate ist, da das gebildete Eis unter allen Umständen herausfällt.

Berücksichtigt man, dass $dx = \frac{e_0 dv}{aR_\delta}$, so nimmt die Differentialgleichung der Adiabate die Form an

$$(20) \qquad AR_\lambda a \frac{dv}{v} + \frac{r_0 e_0}{aR_\delta} dv - l dx'' = 0.$$

Hieraus erhält man durch Integration

$$(21) \qquad AR_\lambda a \lg \frac{v_2}{v_1} + \frac{r_0 e_0}{aR_\delta} (v_2 - v_1) - l x_2'' = 0,$$

wenn man das Integrale durch das ganze Stadium hindurch von dem Anfangswerthe v_1, wie er dem Eintritt in dieses Stadium entspricht, bis zu dem Endwerthe v_2, der sich auf den Austritt bezieht, genommen denkt, und sich daran erinnert, dass der Anfangswerth von x'', nämlich x_1'', unter diesen Bedingungen $= 0$ ist.

Geht man nur bis zu einem zwischen diesen beiden Grenzen gelegenen Werth von v, den man dann als variabel betrachtet, so kann man die Gleichung wieder in eine den oben mitgetheilten analoge Form bringen und erhält:

$$(22) \qquad AR_\lambda a \lg v + \frac{r_0 e_0}{aR_\delta} v - l x'' = C.$$

Diese Gleichung lässt unmittelbar erkennen, dass bei wachsenden Werthen von v, d. h. bei fortgesetzter Expansion auch die gebildete Menge Hagel fortgesetzt steigt, während andererseits aus

$$dx = \frac{e_0}{aR_\delta} dv$$

folgt, dass mit dem Gefrieren des Wassers zugleich eine Verdunstung Hand in Hand geht, so dass am Ende des Hagelstadiums die vorhandene Dampfmenge grösser ist, als sie beim Eintritt in dieses Stadium war.

Mit Hülfe der oben beschriebenen räumlichen Versinnlichung übersieht man dies folgendermaassen.

Der Zustand, der beim Eintritt in das Hagelstadium vorhanden sein muss, findet seine Repraesentation in dem Endpunkte N' einer auf der Haupt-Coordinatenebene senkrechten Geraden $N_0 N'$, welche über die Thaupunktsfläche emporragt. Die Länge dieser Geraden ist $x + x'$.

Sie schneidet die Thaupunktsfläche in einem Punkte N, der um x von der PV Ebene absteht.

Expandirt nun das Gemische nach der Isotherme, so steigt N auf der Thaupunktsfläche langsam in die Höhe, während der Fusspunkt N_0 der Geraden in einer gleichseitigen Hyperbel weiterschreitet.

Zugleich vermindert sich aber die Gesammtmenge $x + x'$ in Folge des Ausscheidens von Eis und sinkt dem entsprechend N' herab, bis N und N' in einem einzigen Punkte N_2 susammenfallen, und damit das Hagelstadium sein Ende erreicht hat.

Von besonderem Werthe ist es nun zu erfahren, wie viel Wasser in Form von Hagel ausgeschieden wurde; diese Frage beantwortet sich durch die folgende Überlegung: Am Anfang dieses Stadiums hat man nur Wasser und Dampf, am Ende nur Eis und Dampf, während die Summe im ersten und im zweiten Falle die gleiche bleibt, sofern man auch das ausgeschiedene Eis mit in Rechnung setzt.

Nennt man nun die beim Eintritt in das Hagelstadium vorhandene Menge flüssigen Wassers x_1', so hat man nach dem eben Gesagten:

$$x_1' + x_1 = x_2'' + x_2$$

oder

$$x_2'' = x_1' - (x_2 - x_1)$$

oder endlich unter Benutzung der Relation (19)

$$(23) \qquad x_2'' = x_1' - \frac{e_0}{aR_\delta}(v_2 - v_1).$$

Setzt man diesen Werth in die Gleichung (21) ein, so findet man nach einigen leichten Umformungen

$$(24) \qquad ARa \lg \frac{v_2}{v_1} + \frac{(c_0 + l)\, e_0}{aR_\delta}(v_2 - v_1) = l x_1'.$$

Hieraus kann man nun zuerst v_2 durch Probiren ermitteln, den so gefundenen Werth in (23) einsetzen und erhält auf diese Weise x_2''.

Ist man zu der Annahme berechtigt, dass der gesammte ursprünglich vorhandene Wasserdampf auch nach der Condensation bis zum Eintritte des Hagelstadiums mitgerissen sei, wie dies bei heftigen Hagelwettern der Fall zu sein scheint, dann ist $x_1' = x_a$ und jeden-

falls gross gegen x_1 und x_2 und darf, sofern es sich um den absoluten Werth von x_2'' handelt, alsdann auch kurzweg

$$x_1' = x_2''$$

gesetzt werden, da die Differenz $x_2 - x_1$ nicht mehr in Betracht kommt.

In Fällen, in welchen diese Differenz eine Rolle spielt, also z. B. bei Ermittelung von v_2, darf natürlich von der eben benutzten Annäherung kein Gebrauch gemacht werden.

Die Gleichung (23) zeigt auch in recht klarer Weise, dass das Hagelstadium überhaupt nur dann auftreten kann, wenn flüssiges Wasser in der Luft suspendirt ist, d. h. wenn $x_1' > 0$ und dass es um so grössere Ausdehnung gewinnt, je beträchtlicher eben dieser Werth von x_1', d. h. je grösser die Menge des schwebend vorhandenen Wassers ist.

Dass aber gerade an Gewittertagen die Bedingungen für das Mitreissen von Wasser in hervorragender Weise erfüllt sind, darauf hat schon Reye vor Jahren hingewiesen.

D. Schneestadium.

Wird mit Wasserdampf gesättigte Luft unter 0° abgekühlt, dann muss ein Theil dieses Dampfes in Form von Schnee ausgeschieden werden.

Auf diesen Vorgang kann man dieselben Formeln anwenden, deren wir uns im Regenstadium bedient haben, sofern man nur an die Stelle der Verdampfungswärme r die Summe $r + l$ treten lässt, wo l, wie oben, die Schmelzwärme des Eises bezeichnet.

Man kann demnach die sämmtlichen unter B entwickelten Gleichungen nach kleinen Modificationen auf dieses Stadium übertragen.

Ich beschränke mich darauf, die beiden Gleichungen (10a) und (17) in dieser veränderten Form hinzuschreiben, sie lauten:

$$(25) \qquad AR_\lambda \lg v + (c_v + cx_c) \lg T + \frac{x(r+l)}{T} = C$$

für die Adiabate,

$$(26) \qquad AR_\lambda \lg v + (c_v + cx_c) \lg T + \frac{x(r+l)}{T} - \int_a^T \frac{c(x_c - x)\, dT}{T} = C$$

für die Pseudoadiabate, wobei x_c die Dampfmenge am Anfang des Stadiums ist und im Integrale die Grenzen a und T eingeführt

sind, weil im Hagelstadium bez. beim Beginn des Schneestadiums $T = a = 273$ ist; c ist die specifische Wärme des Eises.

Da x mit abnehmendem T immer kleiner wird und sich schliesslich der Null nähert, so nähert sich auch die Adiabate im Schneestadium, je tiefer die Temperatur sinkt, immer mehr jener des Trockenstadiums.

Bei den eben durchgeführten Untersuchungen wurde das Augenmerk wesentlich auf den Verlauf der Adiabaten gerichtet, ähnlich wie dies bei den oben angeführten älteren Untersuchungen auch geschehen ist.

In Wahrheit bildet aber die adiabatische Expansion und Compression nur einen seltenen Ausnahmsfall, wie schon daraus hervorgeht, dass die unter dieser Annahme (nach dem sogenannten convectiven Gleichgewicht) berechnete verticale Temperaturabnahme erheblich beträchtlicher ist, als sie sich im Durchschnitt aus den Beobachtungen ergiebt.

Es handelt sich demnach wesentlich darum, für beliebige Zustandsänderungen, wie sie durch die zusammengehörigen beobachteten Werthe von Druck, Temperatur und Feuchtigkeit bestimmt werden, die aufgenommenen oder abgegebenen Wärmemengen zu ermitteln.

Hiebei kommt nun die hier entwickelte Art der geometrischen Darstellung ganz ausserordentlich zu statten.

Zunächst genügt schon ein Blick auf den Sinn, in welchem die eine beliebige Zustandsänderung versinnlichende Curve die Adiabaten schneidet, um ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob man es bei dieser Änderung mit Wärmeaufnahme oder Wärmeabgabe zu thun habe.

Ausserdem aber setzt sie in den Stand, die ausgetauschten Wärmemengen auf graphischem (planimetrischen) Wege zu ermitteln bez. durch Combination von Rechnung mit planimetrischer Messung zu bestimmen.

Nach dem bereits eingangs Gesagten gilt nämlich auch bei den hier betrachteten Processen mit drei unabhängigen Variablen die Gleichung

$$Q = A\,(U_2 - U_1) + A\int_{(1)}^{(2)} p\,dv$$

und mithin auch für einen geschlossenen Kreisprocess

$$Q = AF,$$

wenn F die von der Projection des versinnlichenden Punktes in der PV-Ebene umschlossene Fläche ist.

Gesetzt nun, es sei irgend eine Zustandänderung durch ihre Projection auf diese Ebene gegeben und zwar zwischen den Punkten a und b, so ermittelt man die bei dieser Änderung zugeführte Wärmemenge $Q_{a,b}$ leicht auf folgende Weise: Man zieht (Fig. 3) durch a irgend eine Zustandsänderungscurve, für welche man die Wärmeaufnahme oder Abgabe leicht zu berechnen vermag, durch b eine Adiabate und zwar beide Curven auf solche Erstreckung, dass sie sich in einem Punkte c schneiden, dann ist $Q_{b,c} = 0$ und

Fig. 3.

$$Q_{a,b} + Q_{c,a} = AF$$

oder

$$Q_{a,b} - Q_{a,c} = AF$$

und mithin auch

$$Q_{a,b} = AF + Q_{a,c}.$$

Indem man nun $Q_{a,c}$ durch Rechnung bestimmt, F aber auf planimetrischem Wege ermittelt, findet man auch den Werth von $Q_{a,b}$.

Ist die Curve ac die Curve constanter Energie (Isodyname), dann ist $Q_{a,c} = AL$, wo L die äussere Arbeit ist und mithin ebenfalls als Fläche aus der Figur unmittelbar zu entnehmen, und dann hat man die bekannte Construction zur Ermittelung der bei einer beliebigen Zustandsänderung aufgenommenen oder abgegebenen Wärmemenge. Doch besitzt die hier angegebene Methode den Vorzug grösserer Allgemeinheit und viel leichterer Verwendbarkeit.

Diese Betrachtung bleibt auch gültig, wenn man es mit beschränkt umkehrbaren Veränderungen zu thun hat, nur hat man sich dabei stets daran zu erinnern, dass die auf die PQ-Ebene projicirte geschlossene Curve auch die Projection einer geschlossenen Raumcurve sein muss.

Ist die Raumcurve, welche die Zustandsänderung versinnlicht, nicht geschlossen, sondern hat sie nur die Eigenthümlichkeit, dass im Anfangs- und im Endzustande die Coordinaten p und v die gleichen Werthe haben, dann liefert sie zwar eine geschlossene Projection, aber die nach der oben angegebenen Methode berechneten Wärmemengen werden fehlerhaft und zwar um jenen Betrag, wie er dem Zuwachse an innerer Energie beim Übergang vom Anfangs- zum Endpunkte, d. h. bei der Zufuhr der nöthigen Dampfmenge entspricht.

Der Umstand, dass ein und demselben Punkte der PV-Ebene ganz verschiedene Zustände entsprechen können, scheint für den ersten Blick die allgemeine Darstellung der Vorgänge in dieser Ebene allein auszuschliessen und dadurch nicht nur die Verwendbarkeit der zuletzt angegebenen Construction, sondern überhaupt der ganzen hier beschriebenen Versinnlichung wesentlich zu beeinträchtigen.

Dies ist aber bei näherer Betrachtung nicht der Fall, es genügt vielmehr, wenn man zu jedem Punkte in der PV-Ebene die entsprechende Thaupunktscurve angiebt.

Ein Beispiel wird dies erläutern.

Gesetzt, man wolle sich ein Bild verschaffen von dem Unterschiede in der inneren Energie, wie er bei gleichen Werthen von p und v aber verschiedener Dampfmenge und zwar im Trockenstadium vorhanden ist:

Ist P (Fig. 4) der Punkt mit den Coordinaten p und v, die Dampfmenge aber in dem einen Falle x_m, im anderen x_n, so entsprechen diesen zwei verschiedene Thaupunktscurven S_m und S_n.

Fig. 4.

Man kann nun die ganze innere Energie, wie sie im Anfangszustande vorhanden ist, in äussere Arbeit verwandeln, indem man von dem Punkte P aus adiabatisch bis zum absoluten Nullpunkt weitergeht — was freilich eine Fortsetzung der Adiabaten bis in's Unendliche erfordern würde.

Thut man dies in dem Falle mit der Dampfmenge x_m, so wird die Projection der Adiabate durch die Linie PMM_2 dargestellt, bei der Dampfmenge x_n durch PNN_2, weil in dem einen Falle die Luft bei dem Drucke MM_1, in dem anderen bei dem Drucke NN_1 aus dem Trockenstadium in das Regenstadium übertritt und damit die Adiabate nach anderem Gesetze und zwar minder steil abfällt.

Der Unterschied in der inneren Energie aber, wie er dem in P repraesentirten Zustande je nach der Dampfmenge entspricht oder in selbstverständlicher Bezeichnungsweise $A[U_m - U_n]$, wird dargestellt durch die Fläche M_2MNN_2, sofern man sich M_2 und N_2 bis in's Unendliche gerückt und dort verschmelzend denkt.

Durch Formeln ausgedrückt findet man für den gleichen Unterschied

$$A[U_m - U_n] = x_m t_m - x_n t_n + x_m \rho_m - x_n \rho_n ,$$

wobei ρ die innere latente Wärme bezeichnet, und man sich daran zu erinnern hat, dass bei bestimmten Werthen von p und v die Temperatur je nach der beigemischten Dampfmenge etwas verschieden ist. Übrigens ist dieser Unterschied so gering, dass er in der Mehrzahl der Fälle vernachlässigt werden darf und dass man sich deshalb mit der Annäherung begnügen kann

$$A[U_m - U_n] = (x_m - x_n)(t + \rho).$$

Durch diese Vereinfachung wird die Anwendung der eben beschriebenen Verbindung von planimetrischer Messung und Rechnung zur Ermittelung der umgesetzten Wärmemengen ganz wesentlich erleichtert.

Liegen die Temperaturen unter 0, so müssen die zuletzt aufgestellten Formeln ein wenig modificirt werden, worauf hier wenigstens hingewiesen sei.

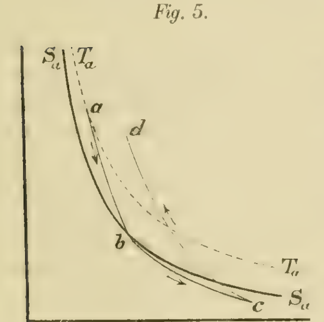
Nachdem so die neue Darstellungsweise der thermodynamischen Vorgänge in der Atmosphaere im Allgemeinen erörtert und begründet ist, soll ihre Verwendbarkeit noch an einigen Beispielen erläutert werden.

1. Der Föhn.

Feuchte Luft expandirt beim Emporsteigen an dem Abhange eines Gebirges und wird dann wieder comprimirt beim Herabsinken, ohne dass Wärme zugeführt oder entzogen wird.

Dies stellt sich im Diagramme dar, wie Fig. 5 zeigt:

Fig. 5.



Sei a der Anfangszustand, die entsprechende Thaupunktscurve S_a, so expandirt die Luft nach der Adiabate des Trockenstadiums, bis sie die Curve S_a in einem Punkte b trifft, die Curve ab liegt dabei in einer um x_a von der PV-Ebene abstehenden, ihr parallelen Ebene. Ein Blick auf den Verlauf der Isothermen, von denen nur die der Anfangstemperatur entsprechende eingezeichnet und mit T_a bezeichnet ist, zeigt, dass bei diesem Übergange von a nach b die Temperatur rasch sinkt.

Sowie der Zustand b erreicht ist, gleitet der darstellende Punkt auf der Thaupunktsfläche herab, die Adiabate des Trockenstadiums geht in jene des Regenstadiums bc über und bildet mit der ersteren in b einen stumpfen Winkel. Die Temperatur sinkt bei gleichmässig fortschreitender Expansion viel langsamer, Wasser wird condensirt, da die Curve bc fortgesetzt Thaupunktslinien von niedrigerer Dampfmenge schneidet. Das condensirte Wasser wird anfänglich als Regen, später als Schnee ausgeschieden und ist demnach bc die Projection der Pseudoadiabate.

In diesem Falle fehlt das Hagelstadium gänzlich und wenn auch die Abkühlung durch die fortwährende Expansion unter den Gefrierpunkt herabgeht, so macht sich dies doch im Verlaufe der Pseudoadiabate nicht so stark geltend, dass dieser Übergang bei einer Zeichnung wie die vorliegende bemerkbar werden könnte.

Gesetzt, die Expansion erstrecke sich bis zu einem Zustande c und nun trete Compression ein, d. h. es sei die Kammhöhe erreicht, und gehe das Aufsteigen nun in Herabsinken über.

Nun hängt alles davon ab, ob das condensirte Wasser wirklich vollständig ausgeschieden worden ist oder nicht. Wäre letzteres der Fall, so würde bei der Compression ein Rücklaufen des darstellenden Punktes auf der Curve bc in der Richtung von c nach b erfolgen und zwar auf um so längere Erstreckung, je mehr Wasser mitgeführt wurde. Wäre alles condensirte Wasser suspendirt geblieben, so würde die Zustandsänderung im rückläufigen Sinne sich bis nach b und dann darüber hinaus bis a fortsetzen und fände man in gleichem Niveau auf der zweiten Seite des Gebirges wieder dieselben Verhältnisse wie auf der ersten.

Dies ist immer der Fall, wenn bei der Expansion die Sättigungscurve gar nicht erreicht wurde, d. h. wenn sich die Vorgänge ganz im Trockenstadium abgespielt, dann fehlen auch die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Föhn.

Ist jedoch das Regenstadium erreicht worden und ist in demselben das condensirte Wasser thatsächlich herausgefallen, dann lässt sich der Process nicht umkehren und dann geht bei der Compression die Zustandsänderung von c aus nach der Adiabate cd des Trockenstadiums weiter.

Hier lehrt nun ein Blick auf die Figur sofort, dass bei dieser Zustandsänderung schon bei einem Drucke, der weit unter dem Anfangsdruck liegt, die Anfangstemperatur erreicht wird, und dass man beim Weiterschreiten nach Drucken, die dem Anfangsdrucke nahe stehen, d. h. beim Herabsteigen in das alte Niveau zu viel höheren Temperaturen gelangt.

Dabei ist die Dampfmenge eine viel geringere, da die Thaupunktscurve S_c — die übrigens nicht gezeichnet wurde, um die Figur nicht zu überladen — der Coordinatenebene näher liegt als die Curve S_a und da die Zustandscurve cd mit S_c in der gleichen zu PV parallelen Ebene bleibt. Die Dampfmenge, die im Anfangszustand x_a war, ist am Ende nunmehr $x_d = x_c < x_a$, während für die Temperatur die Gleichung $T_d > T_a$ gilt.

Man hat mithin nach dem Übergange über das Gebirge warme trockene Luft vor sich, während sie zuerst kühl und feucht war.

Zugleich ersieht man aus der Figur unmittelbar, dass die charakteristischen Eigenschaften des Föhn um so deutlicher hervortreten müssen, je näher der Punkt *a* der Sättigungscurve liegt, d. h. je feuchter und wärmer die Luft bereits vor dem Ansteigen ist, zweitens je länger das Stück *bc*, d. h. je bedeutender die Expansion im Regenstadium ist, bez. je höher der Kamm ist, der zu überschreiten war.

Man versteht deshalb auch sofort, weshalb in den Alpen, auch abgesehen von den vorherrschenden Luftdruckverhältnissen, Nordföhne so viel seltener sind als Südföhne, sowie weshalb Fallwinde, die keinen Kamm, sondern nur ein Plateau überschritten haben, wie z. B. die Bora, auch nicht die charakteristische Wärme des Föhns zeigen.

2. Der Luftaustausch zwischen Cyclone und Anticyclone im Sommer.

Zwischen einer Anticyclone und den sie speisenden Cyclonen finden ähnliche Beziehungen statt, wie zwischen den Luftmassen auf den beiden Seiten eines von ihnen zu übersteigenden Gebirgskammes.

In den Cyclonen hat man es mit einem aufsteigenden Luftstrome zu thun, der in der Anticyclone herabsteigt. Daher die Niederschläge im Bereiche der Cyclone, die Trockenheit und der heitere Himmel in dem der Anticyclone.

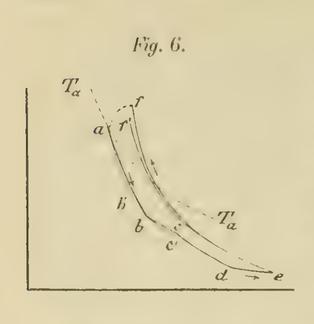
Während jedoch beim Föhn das Auf- und Absteigen an nahe benachbarten Orten erfolgt, so dass auf dem kurzen Wege kaum Zeit bleibt, für Wärmeaufnahme oder Wärmeabgabe, sondern der ganze Vorgang thatsächlich als ein adiabatischer betrachtet werden darf, so verhält es sich bei dem Auf- und Absteigen in Cyclone und Anticyclone wesentlich anders.

Diese beiden entgegengesetzten Vorgänge finden im Allgemeinen an so weit von einander entfernten Stellen statt, dass bei dem Übergange von der einen zur anderen in ausgedehntem Maasse Gelegenheit geboten ist, Wärme aufzunehmen oder Wärme abzugeben.

Dabei überwiegt während des Sommers die Aufnahme, während des Winters die Abgabe, auch schliesst sich der Tag in seinem Verhalten mehr oder minder dem Sommer, die Nacht dem Winter an.

Unter Annahme überwiegender Wärmeaufnahme gestaltet sich nun der Vorgang in der Art, wie ihn das Diagramm in Fig. 6 darstellt:

Fig. 6.



Von dem Zustande a (der Cyclone) ausgehend, erfolgt Expansion unter Temperaturabnahme nach der Curve ab, wenn ab' ein Stück der Adiabate ist, also mit langsamerer Abnahme, als dies ohne Wärmezufuhr der Fall wäre. Es wird dementsprechend auch ohne Rücksicht auf den anfänglichen Feuchtigkeitsgehalt die Thaupunktscurve erst später, d. h. in grösserer Höhe über der Erdoberfläche erreicht, als bei adiabatischer Ausdehnung.

Im Regenstadium erfährt alsdann die Curve der Zustandsänderung ebenfalls eine Ablenkung nach der oberen Seite der Adiabate hin, sie zieht sich von b nach c statt nach c' und bleibt dabei der Sättigungscurve näher.

Tritt nun noch weitere stärkere Wärmezufuhr ein, wie dies zur Zeit der Insolation in grösseren Höhen, wo die Condensation geringer wird und dementsprechend die Dichtigkeit der Wolke abnimmt, der Fall sein muss, so kann die Luft wieder in das Trockenstadium übergehen, wie dies in dem Stück cd angedeutet ist.

Bei c wäre alsdann die obere Grenze der ersten Wolkenschicht. An dieser ist während der Sommertage thatsächlich intensivere Erwärmung zu erwarten, die bei weiterer Expansion, d. h. in grösseren Höhen, wegen des verminderten Absorptionsvermögens wieder in annähernd adiabatische cd übergehen wird, wobei das Trockenstadium abermals verlassen und das Schneestadium betreten wird de.

Dieser stärkeren Wärmeaufnahme an der oberen Grenze der Wolken dürfte es wohl zuzuschreiben sein, dass die Cirruswolken sich nicht unmittelbar an die Wasserwolken anschliessen, sondern von denselben meist durch einen weiten Zwischenraum, wie er eben der Expansion von c nach d entspricht, getrennt sind.

Bei dem Herabsinken in der Anticyclone bez. bei erfolgender Compression muss diese nach der Curve ef stattfinden, die sich im Allgemeinen der Adiabate im Trockenstadium anschliesst, aber besonders bei Annäherung an die Erdoberfläche wegen der dort stattfindenden starken Absorption von Wärme nach rechts aufwärts von der Adiabate abweichen muss.

Der Enddruck p_f, mit welchem die herabsinkende Luft am Boden der Anticyclone ankommt, ist grösser als der Anfangsdruck p_a, wie er im Grunde der Cyclone herrscht, und liegt dementsprechend f höher über der Abscissenaxe als a.

Hiebei kann es sich treffen, dass der Punkt f nicht nur, wie sich von selbst versteht, oberhalb, sondern auch rechts von a zu liegen kommt, so dass $v_f > v_a$ ist, oder mit anderen Worten, dass die Luft am Grunde der Anticyclone trotz des höheren Druckes specifisch leichter ist als in der Cyclone, weil die Temperatur den Einfluss des Druckes übercompensirt.

Dies zeigt in recht anschaulicher Weise, dass es sich beim Luftaustausche zwischen Cyclone und Anticyclone durchaus nicht nur um das specifische Gewicht der Luftmassen handelt, sondern dass hier dynamische Verhältnisse in erster Linie mitsprechen, ein Punkt, auf welchen auch Hr. Hann in neuester Zeit bei Discussion der Beobachtungen vom Sonnblick hingewiesen hat.[1]

Bei genauerer Untersuchung dieser Fragen dürfte es übrigens auch gut sein, den Vorgängen oberhalb der Wasserwolken insbesondere an der oberen Grenzfläche derselben erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Was die Feuchtigkeitsverhältnisse bei dem eben betrachteten Vorgange betrifft, so schliessen sie sich nahe an jene beim Föhn an. Auch hier, d. h. in der Anticyclone, kommt die Luft warm und trocken in der Nähe des Erdbodens an, nur wird ihr in unmittelbarer Umgebung des letzteren die durch ungehinderte Bestrahlung gesteigerte Verdunstung rasch Feuchtigkeit zuführen, so dass man den versinnlichenden Punkt, der sich von b bis e beinahe, fortgesetzt der PV-Ebene genähert hat und von e auf dem Wege nach f hin lange Zeit im Niveau von e bleibt, unmittelbar vor f sich hebend denken muss.

Strömt die in der Anticyclone herabgesunkene Luft dann wieder einer neuen Depression zu, so wird sie — unter Annahme gleicher Zustände in dieser und der erst betrachteten Cyclone — unter fortgesetzter Aufnahme von Wasserdampf Zustände durchlaufen, die im Diagramme durch die Linie fa zu versinnlichen wären.

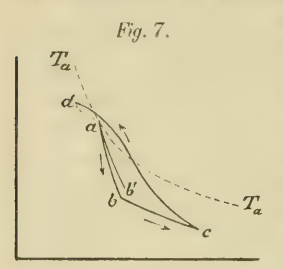
Diese Linie hat man sich als allmählig ansteigend zu denken, so dass das hier gezeichnete Diagramm thatsächlich die Projection einer geschlossenen Linie vorstellt.

---

[1] Meteor. Ztschr. Bd. V. S. 15.

C. Der Luftaustausch zwischen Cyclone und Anticyclone im Winter.

Im Winter gestaltet sich das Diagramm für diesen Vorgang wesentlich anders als im Sommer. Zunächst bewegen sich alle Zustandsänderungen, wenigstens sofern es sich um Anfangs- und Endzustände handelt (Fig. 7), näher bei den Coordinatenaxen, da die in Betracht kommenden Temperaturen nicht so hoch steigen als im Sommer, und da dementsprechend die weiten von den Axen abliegenden Isothermen gar nicht erreicht werden.



Ferner hat man hier im Ausgangspunkte *a* niedrigen Druck und höhere, im Endpunkte *g* höheren Druck und niedrigere Temperatur, so dass *g* links und oberhalb *a* zu suchen ist.

Überdies entfernt sich die Linie, deren Projection hier betrachtet wird, nie so weit von der Coordinatenebene als im Sommer, da der absolute Feuchtigkeitsgehalt immer gering bleibt.

Verfolgt man nun die Zustandsänderung beim Aufsteigen in der Cyclone genauer, so darf man zunächst annehmen, dass der Vorgang sich bis zum Erreichen der oberen Begrenzung der Wolkenschicht der adiabatischen Expansion ziemlich nahe anschliesse, da unterhalb dieser Begrenzung Einstrahlung und Ausstrahlung jedenfalls nur untergeordnete Rolle spielen. Wenn aber eine Abweichung von der Adiabate vorhanden ist, so kann dies nur im entgegengesetzten Sinne wie im Sommer der Fall sein, d. h. die Linien werden stärker sinken als im Sommer.

In der Zeichnung ist letzteres angenommen, so wie dass der Übergang aus dem Trockenstadium unmittelbar in das Schneestadium stattfinde. Von diesem Punkte an sinkt die Zustandscurve wieder allmähliger, jedoch in Folge der in grösserer Höhe sicher überwiegenden Abkühlung mit fortgesetzt wachsender Neigung, bis endlich der Wendepunkt erreicht ist und Compression an die Stelle der Expansion tritt. Der ganze Verlauf der Zustandsänderung bis zu diesem Punkte hin wird durch die Curve *a b c* dargestellt.

Bei der von da ab erfolgenden Compression muss nun die Zustandscurve allmählig nach dem Punkte *d* hinführen.

So weit unsere Kenntnisse über die thatsächlichen Verhältnisse bisher reichen, geschieht dies in der Weise, dass in grösseren Höhen die Compression adiabatisch — nach der Adiabate des Trockenstadiums

— vor sich geht, während bei Annäherung an den Erdboden die dort stattfindende Abkühlung durch Ausstrahlung ein Abweichen der Zustandscurve von der Adiabate nach der Ordinatenaxe hin zur Folge hat und dem entsprechend die Curve einen Verlauf wie *ed* zeigen wird.

Dieser Verlauf aber ist nichts anderes als der graphische Ausdruck für die bekannte Umkehrung in der verticalen Temperaturvertheilung an klaren Wintertagen. Dabei nähert sich die Curve gegen *d* hin der Thaupunktscurve und kann diese sogar überschreiten, so dass Condensation und zwar in der Form von Bodennebel eintreten muss. Mit dem Beginne der Nebelbildung wächst aber die Ausstrahlung erheblich und wird dementsprechend die Temperaturabnahme bei der Annäherung des absteigenden Luftstromes an den Boden immer intensiver werden.

Ob der Übergang von *e* nach *d* auch noch auf einem anderen Wege möglich sei, bei welchem gleich von Beginn der Compression an die Abkühlung und damit die Abweichung der Curve von der Adiabate sich geltend macht, dies ist eine Frage, die sich erst nach genauer Prüfung an geeignetem Zahlenmateriale entscheiden lässt. Jedenfalls würde es voraussetzen, dass in der Anticyclone in einiger Höhe über dem Erdboden genau derselbe Druck und die nämliche Temperatur herrsche, wie in geringerer Höhe über der Basis der Cyclone, da die Projection der Zustandscurve in diesem Falle einen Doppelpunkt besitzen müsste.

Diese wenigen und nur in ihren Grundzügen gegebenen Beispiele werden genügen, um eine Vorstellung davon zu erwecken, welch vielseitiger und nutzbringender Verwerthung die hier entwickelte Methode der graphischen Darstellung fähig ist.

Sie liefert bei weiterem Ausbau und Verfolgung nach der rechnerischen Seite hin nicht nur ein vorzügliches Hülfsmittel zur Discussion und Verwerthung vorhandenen Beobachtungsmateriales, sondern vor Allem auch Fingerzeige dafür, nach welchen Richtungen hin solches Material zu sammeln ist, um einen tieferen Einblick in die Thermodynamik der Atmosphaere zu gewinnen.

Wenn irgend etwas geeignet sein dürfte, die Bedeutung der hier entwickelten Art der Betrachtung erkennen zu lassen, so ist es eben die Fülle der Fragen, welche sich schon beim ersten Betreten dieses Weges aufdrängen und die hier kaum angedeutet werden konnten.

Ich denke hiebei nicht nur an die weitere Entwickelung theoretischer Folgerungen, also insbesondere über den Sinn der thermischen Umwandlungen, wie sie in der Atmosphaere vorkommen, bez. an die Anwendung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf diese Vorgänge, die in späteren Mittheilungen Berücksichtigung finden mag, sondern vor Allem auch an die Anregungen, welche für die Beobachtungen an Bergstationen und ganz besonders bei Ballonfahrten daraus zu schöpfen sind.

Sehr bedeutungsvoll ist es für die letzteren, dass für die thermodynamischen Untersuchungen die Kenntniss der Meereshöhe ganz entbehrt werden kann und dass es vollkommen genügt, wenn die zusammengehörigen Werthe von Druck, Temperatur und Feuchtigkeit gegeben sind.

Über das Spectrum des Cyans und des Kohlenstoffs.

Von H. W. Vogel.

(Vorgelegt von Hrn. Hofmann am 5. April [s. oben S. 415].)

Hierzu Taf. III.

Über das Cyanspectrum sind schon äusserst zahlreiche Untersuchungen veröffentlicht worden, ohne dass eine Einigung darüber erzielt worden wäre, ob dasselbe dem reinen Kohlenstoff oder der Verbindung CN als solcher zuzurechnen sei.[1]

Lockyer und Watts rechnen das Spectrum dem Kohlenstoff zu, Ciamician, Liveing und Dewar dagegen dem Cyan, mit Rücksicht darauf, dass man angeblich das betreffende Spectrum nur erhält, wenn Stickstoff zugegen ist. Die beiden Letztgenannten haben jedoch in diesem Punkte ihre Meinung geändert.[2]

Bemerkenswerth ist nun, dass Lockyer 1878 und Liveing und Dewar 1880 Coïncidenzen zwischen Sonnenlinien und Cyanlinien nachgewiesen haben, woraus folgen würde, dass Cyan in der Sonne enthalten sei. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme liegt auf der Hand und giebt den Vermuthungen, dass das sogenannte Cyanspectrum nur ein Kohlenstoffspectrum sei, eine Stütze. Um über diese Fragen Klarheit zu gewinnen, unternahm ich eine Reihe Versuche über die Spectra kohlenstoffhaltiger Substanzen, namentlich der Leuchtgasflamme (Bunsenlampe), Cyanflamme, des elektrischen Bogenlichts und des Kohlenoxydgases bei starken elektrischen Entladungen.

Zur Vermeidung von Ocularbeobachtungsfehlern wurden die Spectra mit Hülfe farbenempfindlicher »Azalin«- (d. i. mit Chinolinroth und

[1] Ich erwähne nur die neueren Arbeiten von Liveing und Dewar Proc. Royal Soc. 30, p. 152, Lockyer ebendas. p. 335 u. 461, Liveing u. Dewar ebendas. p. 490, 494, Lockyer Nat. 22, p. 4. Herschel ebendas. p. 320, Watts Nature 23, p. 197. 1881. p. 266, Liveing ebendas. 265, Liveing u. Dewar Proc. R. S. 33, p. 3 u. 403, Wesendonk, Wied. Ann. 17, S. 427.

[2] Liveing und Dewar Proc. R. S. 34, p. 123.

Chinolinblau gefärbte[1]) Platten aufgenommen und damit Spectren erzielt, die von Orange bis in's Ultraviolett reichen (s. beifolgende Tafel) und, namentlich in den Negativen, eine Fülle von Liniendetails zeigen, die man bei Ocularbeobachtungen zum Theil übersehen hat.[2] Sämmtliche Aufnahmen wurden von meinem Sohne E. Vogel gefertigt.

Die Photographien ergeben beim Vergleich der Spectren die Coïncidenzen der einzelnen Linien und Liniengruppen in leichtester Weise ohne besondere Messung. Ja man erkennt, selbst bei ungleicher Dispersion, die Übereinstimmung zweier Spectra oft an der Ähnlichkeit der Liniengruppirungen.

So sieht man sofort durch Vergleich der Spectren I und II (Bunsen- und Cyanflamme) die Coïncidenzen der Liniengruppen A, B, C, D und E, die in Bezug auf die ersten drei schon früher nachgewiesen wurde. Noch nicht bekannt sind im Spectrum der Bunsenflamme die Linien der Gruppe F (ultraviolett), welche sich im Cyan nicht wiederfinden (s. I und II). Man kann ferner beobachten, dass die Gruppen α des Cyans und B und C der Bunsenflamme im elektrischen Bogenlicht (III), wenn auch schwach, vertreten sind. Ebenso erkennt man bei Vergleichung von II und III (Cyanflamme und Bogenlicht) die Identität der stark brechbaren Liniengruppen γ und ε.

Liveing und Dewar, welche diese Übereinstimmung bereits beobachteten, nahmen darauf hin die Bildung von Cyan im elektrischen Bogenlicht an, was mit Rücksicht auf die hohe Temperatur des Lichtbogens unwahrscheinlich ist. Später fanden aber Liveing und Dewar im Spectrum des Kohlenoxydgases drei Linien im Indigo, die mit Cyanlinien stimmen (a. a. O.).

Nun hatte ich schon früher zu wiederholten Malen starke Flaschenfunken durch Kohlenoxydgas schlagen lassen und deren Spectrum photographirt; dabei erhielt ich stets eine Liniengruppe im Ultraviolett, welche mit der Cyangruppe ε (Fig. II) auffallende Ähnlichkeit und anscheinend dieselbe Lage hatte. Nebenbei erhielt ich sehr zahlreiche Linien, die sich durch Vergleich mit einem auf derselben Platte aufgenommenen Funkenspectrum des Sauerstoffs als Sauerstofflinien erwiesen.

Ein anderes, neben dem CO-Spectrum photographirtes Sonnenspectrum erlaubte mir die Bestimmung der Wellenlängen der fraglichen Liniengruppe. Ich stelle dieselben hier mit den von Liveing

[1] Ich habe die Eigenschaften dieser Platten specieller beschrieben in diesen Berichten vom 25. November 1886.

[2] Theilweise erkennt man dieselben in den Spectren I bis V der beiliegenden Tafel mit der Lupe.

und Dewar gegebenen Wellenlängen der gleichliegenden Cyanbande ε zusammen.

Kohlenoxydbande nach Verfasser	Cyanbande nach Liveing und Dewar	Cyanbande nach H. Kayser[1]
3854.5	3850	3850.84
3857.4	3855	3854.98
3865.5	3862	3861.84
3875.5		3870.50
3887.0	3884	3883.38

Die Abweichungen sind so gering, dass sie die Identität beider Liniengruppen (ε in II und V) ziemlich zweifellos machen.[2]

Nun wiederholte ich diese photographische Aufnahme der Spectren durch Kohlenoxydgas schlagender starker Flaschenfunken einerseits, und der Cyanflamme und der Sonne andererseits, und zwar mit Anwendung einer und derselben Platte, so dass die Spectren nebeneinander fielen (s. Tafel, Fig. IV, V, VI). Dadurch erhielt ich im CO nicht nur die Bande ε des Cyans (II und V), sondern auch deutlich Linien, die mit der Gruppe γ und α und δ[3] Cyan (vergl. V und VI) völlig coïncidirten (vergl. V und VI); ausserdem aber auch deutlich Linien der Gruppen *A*, *B*, *C* der Bunsenflamme, die man dem Kohlenstoff zurechnet (vergl. I, II und V, VI).

Liveing und Dewar schrieben die ultravioletten Cyanbanden zuletzt dem Stickstoff zu (Proceed. R. S. 34 p. 123). Diese Annahme ist jetzt nach meinen Versuchen wohl nicht mehr haltbar.

Bei diesen Versuchen konnte die Dissociation des CO-Gases durch den elektrischen Funken leicht beobachtet werden. Das Gasvolum nahm ab und Kohle schied sich am Glase aus. Der ebenfalls ausgeschiedene Sauerstoff machte sich im Funken durch seine zahlreichen Linien kenntlich.[3] Man erkennt ferner die aus dem Glase stammenden Calciumlinien, auf *H'* und *H''* Fraunhofer. Von den bei schwachen Inductionsfunken und niedrigem Druck in Geisslerröhren sichtbaren Kohlenoxydbanden, deren Photographie ich früher in diesen Berichten publicirte, bemerkt man bei starkem Funken nichts.

Die Versuche wurden oftmals mit verschieden langen Belichtungszeiten wiederholt und dadurch vom Kohlenoxyd schliesslich mit 38′ Ex-

---

[1] Hr. Prof. Dr. H. Kayser in Hannover hat neuerdings eine genaue Gitterspectrummessung der Cyanbande vorgenommen und gebe ich vorstehende Zahlen nach seiner brieflichen Mittheilung.

[2] Die Abweichungen zwischen meinen Zahlen und denen von Liveing, Dewar und Kayser sind sämmtlich positiv und erklären sich wohl daraus, dass betreffende Beobachter die Mitte, ich dagegen den Rand der dicken und etwas unscharfen Linien gemessen habe.

[3] S. diese Berichte vom 3. Februar 1879.

position ein Spectrum erhalten, in welchem ich neben Sauerstofflinien sämmtliche Hauptliniengruppen des sogenannten Cyanspectrums (s. Fig. II und VI), auch die mit dem Bunsenflammen-Spectrum coïncidirenden wiederfand. Die neben einander photographirten Spectra V (CO) und VI (Cyan) lassen trotz der Vielheit der vorhandenen Sauerstofflinien diese Übereinstimmung sofort erkennen, wenngleich durch das photographische Umdruckverfahren die feinen Linien des Kohlenoxydspectrums, die mit *A*, *B*, *C* coïncidiren, verloren gegangen sind.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass das sogenannte Cyanspectrum auch im Kohlenoxydgas zu Stande kommt, wenn man sehr starke Funken anwendet. Nun ist es aus Salet's Untersuchungen bekannt, dass solche Funken Cyangas zerstören.[1] Es kann somit von der Möglichkeit der Bildung desselben hier keine Rede sein, selbst für den Fall, dass das Kohlenoxydgas nicht absolut rein sein sollte.[2] Da nun Cyan und Kohlenoxyd nichts weiter gemein haben als den Kohlenstoff, so glaube ich daraus schliessen zu dürfen, dass das Cyanspectrum nichts anderes ist, als ein vollständiges Kohlenstoffspectrum.

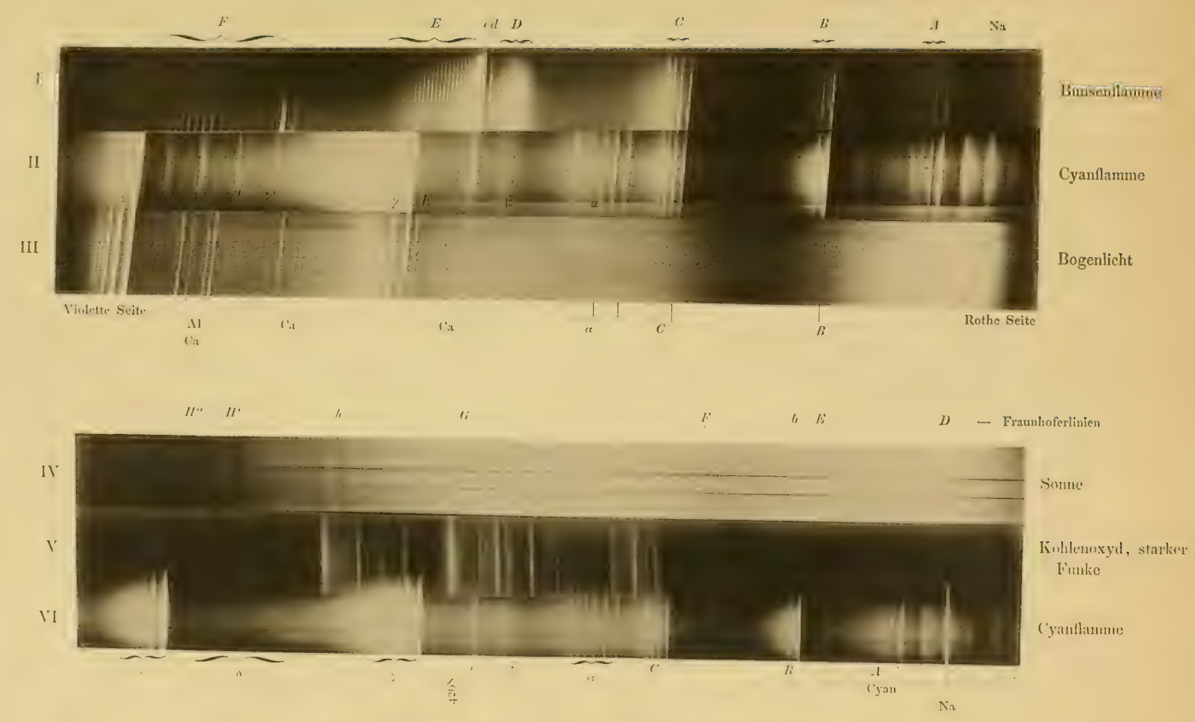
Bemerkungen zu den Spectren.

Das Spectrum des elektrischen Bogenlichts (Fig. III) und des Cyans (Fig. II) bieten Gelegenheit zu interessanten Vergleichen. Es ergiebt sich dadurch die Identität der stark brechbaren Banden γ und ε beider Spectren sofort. Man erkennt aber auch, dass die Kohlenstoffbanden *B*, *C* und die sogenannte Cyanbande im elektrischen Licht a, wenn auch nur schwach vorhanden sind. Ausserdem finden sich zahlreiche fremde Linien im Spectrum des elektrischen Lichts, die vorzugsweise dem Calcium angehören und von einer Beimischung der Dochtkohle herrühren.

Vergleicht man die Spectren I (Bunsenflamme), II (Cyanflamme), III (Bogenlicht) und V (Funke in CO) mit einander, so fällt es auf, dass in I die Banden mittlerer Brechbarkeit von *D* (Fraunhofer) bis etwas über *G* hinaus sehr ausdrucksvoll entwickelt sind, in III dagegen die Banden stärkerer Brech-

[1] S. Ann. de Chim. et de Phys. IV. 28. p. 61.

[2] Dasselbe wurde aus Oxalsäure und Schwefelsäure entwickelt und erst nach viertelstündigem Entwickeln aufgefangen.



Spectralphotographien von Kohlenstoffverbindungen,

aufgenommen von E. Vogel jun.

zu der Abhandlung von H. W. Vogel: Über das Spectrum des Cyans und des Kohlenstoffs.

barkeit (Gruppe γ und ε), während II (Cyanflamme) sämmtliche Banden in ausgezeichneter Weise zeigt.

Die Vermuthung liegt nahe, dass ähnlich wie bei Kalium, Natrium, Lithium u. s. w. die Banden höherer Brechbarkeit durch höhere Temperatur (Funken bez. Bogenlicht gegenüber Flamme) zu Stande kommen.

Diese Erklärung trifft jedoch hier nicht ganz zu; denn wahrscheinlich hat Cyan eine niedrigere Verbrennungstemperatur als Kohlenwasserstoff (Bunsenflamme). Dann erweisen sich ferner die Banden D und E im Spectrum I intensiver als die damit coïncidirende Cyanbande. Obgleich demnach die Kohlenflamme Strahlen höherer Brechbarkeit zu entwickeln vermag, so ist sie doch nicht im Stande, Licht der Strahlengruppen α, β des Cyans, welche eine niedrigere Brechbarkeit besitzen, als E (Bunsenflamme), zu liefern.

Auch die bisher noch nicht bekannten ultravioletten Banden der Bunsenflamme F weichen von den benachbarten Cyanbanden total ab. Es gewinnt demnach den Anschein, als wenn im Cyanspectrum der Kohlenstoff in zwei Modificationen vorhanden sei. Die eine Modification liefert die der Bunsenflamme eigenthümlichen Strahlen, welche ich mit A, B, C, D, E, F bezeichnet habe: die andere Modification dagegen die dem Cyan eigenthümlichen Strahlengruppen α, β, γ, δ, ε.

Im elektrischen Bogenlicht scheint die zweite Modification zu überwiegen, welche die mit Cyan γ und ε coïncidirenden Banden bildet. Aber auch die erste fehlt nicht, denn man erkennt noch die erste Linie der Bande B und schwach die Linien der Bande C.

In dem Kohlenoxydgasspectrum (Nr. V) herrscht ebenfalls die zweite Modification vor, wie die geringe Helligkeit der Banden A, B, C im Vergleich zu γ und ε andeutet. In der That sind in vorliegendem Lichtdruck die Banden A, B, C im Kohlenoxyd kaum bemerkbar. In anderen Aufnahmen desselben Gases erhielt ich sie deutlicher.

Sehr auffallend ist die Coïncidenz zwischen dem Strahlenbündel e (welches sich besonders beim Cyan [II und VI] als besonders helle Gruppe von den benachbarten Strahlen heraushebt) mit der breiten Sonnenlinie G: die Grenzen der letzteren stimmen absolut mit den Grenzen der betreffenden Kohlenbande.

Nach dieser Übereinstimmung ist der dunkle Hintergrund der G-Bande des Sonnenspectrums dem Kohlenstoff zuzurechnen. Die auf demselben sichtbaren scharfen Linien gehören verschiedenen, bereits bestimmten Metallen an.

Neben den Hauptbanden finden sich noch, gleichsam als Ausläufer derselben, zahlreiche sehr feine Linien: diese zeigen sich nicht nur im Cyan- und Bunsenflammenspectrum, sondern auch im Spectrum des elektrischen Lichtes. Man kann sie in den beifolgenden Spectren II und III z. Th. mit der Loupe erkennen: sie coïncidiren in den Spectren II und III einerseits, I und II andererseits. Aber auch im Spectrum des Kohlenoxyds sind sie deutlich vorhanden. Man erkennt sie jedoch nur im Negativ. Die feinen Details gehen im Lichtdruck verloren.

Durch diese Linien wird aber die Analogie zwischen Kohlenoxydspectrum (starker Funke) und Cyanspectrum eine vollständige.

Nur die cannellirten Banden im Roth und Gelb beim Cyan weichen auffällig von den übrigen Banden ab und weisen keine Coïncidenzen in den anderen Spectren auf. Diese Banden rechne ich dem Cyan als Verbindung zu; sie sind im Spectrum VI besonders bezeichnet.

Diese der Natriumlinie benachbarten Cannelirungen setzen sich weiter nach Grün hin fort: sie sind (im Negativ) zwischen den Linien der Gruppe *A* erkennbar, so dass man ganz deutlich den Eindruck zweier verschiedener übereinanderliegender Spectra empfängt, von denen das eine mit dem in Fig. 1 identisch erscheint.

Von Interesse sind ferner die durch die Photographie sich ergebenden Unterschiede und Ähnlichkeiten in den Spectren I und II links von der Bande *C*. Diese ist in beiden Spectren sichtbar, ihr schliessen sich eine grosse Anzahl feiner Linien an, die in beiden Spectren völlig übereinstimmen. Auch die aus lauter feinen Linien bestehende Bande *D* ist im Cyanspectrum, wenn auch schwächer wiederzufinden, ebenso die auffallende, bisher übersehene Linie *d*, die dicke benachbarte Bande *e*, welche mit *G* (Fraunhofer) correspondirt (s. o.) und die sich daran anschliessende Gruppe *E*. Nur sind die Linien der Gruppen *D* und *E*, ferner *d* und *e* im Kohlenstoff-spectrum I ganz bedeutend intensiver und in der Folge photographischer Überexposition verbreitert. Zwischen den dicken engstehenden Linien der Gruppe *E* sind noch feinere erkennbar, die sich auch in dem Cyanspectrum wiederfinden. Von der Stelle ab, wo die Bande γ im Spectrum II einsetzt, werden die Kohlenlinien im Spectrum I doppelt. Aus solchen Doppellinien besteht auch die neue im Violett und im Ultraviolett liegende Gruppe *F*, die dort endigt, wo die Gruppe ε (Cyan) anfängt. Diese *F*-Gruppe findet in den Cyanspectren keine analoge.

Wie sich beim Cyanspectrum über den Theil des Kohlenspectrums *C* bis *E* die neuen Liniensysteme α, β, γ lagern, ist aus den Photographien deutlich ersichtlich. Die neue Gruppe des Cyanspectrums δ' bis δ^4 im Violett und Ultraviolett findet sich im Spectrum des Bogenlichts (III) nicht wieder, dagegen ist die hellste Bande derselben δ''' im Funkenspectrum des Kohlenoxyds (V) vertreten.

Noch ist zu bemerken, dass die relative Intensität der Linien und Banden bei der Ocularbeobachtung erheblich anders erscheint als in der Photographie. Dem Auge erscheinen die Banden *A*, *B*, *C*, α als die intensivsten, in der für Blau stärker empfindlichen Photographie dagegen die Banden *D*, *E*, γ, δ, ε.

Die dunkle Stelle zwischen *B* und *C* ist die Stelle des Minimums photographischer Empfindlichkeit der Azalinplatte. Das Sonnenspectrum IV (welches nicht genau mit V und VI coïncidirt) soll von dieser Empfindlichkeit ein Bild geben.

Das Spectrum des CO (V) weist noch eine auffällig dicke Linie links bei *G*, λ 4268 auf; diese stimmt mit Angström's und Thalen's blauer Linie im 2. Spectrum der Kohle überein. Die Bestimmung der Wellenlängen der zahlreichen neuen Linien behalte ich mir vor.

Ausgegeben am 3. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

3. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. von Helmholtz las über atmosphaerische Bewegungen. Die Mittheilung wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.

2. Hr. du Bois-Reymond trug die unten folgenden »Bemerkungen über einige neuere Versuche an Torpedo« vor.

3. Hr. Waldeyer legte die gleichfalls unten folgende Mittheilung des Hrn. Dr. Schwabach hierselbst vor: Zur Entwickelung der Rachentonsille.

Bemerkungen über einige neuere Versuche an Torpedo.

Von E. du Bois-Reymond.

§. 1. *Einleitung.*

Die Untersuchungen an lebenden Zitterrochen in Berlin, welche ich im März 1883 und Juli 1885[1] der Akademie mittheilte, haben die erfreuliche Wirkung gehabt, in England die Theilnahme an diesem Gegenstande neu zu beleben, und zur Wiederholung und Fortsetzung meiner Versuche zu veranlassen. Mr. Francis Gotch begab sich im December und Januar des Winters 1886—87 nach Arcachon am atlantischen Ocean, wo Zitterrochen häufig sind, und experimentirte in der dortigen zoologischen Station an mitgebrachten Apparaten des Oxforder physiologischen Laboratoriums. Trotz der ungünstigen Jahreszeit konnte er im Ganzen 19 Fische verarbeiten, worunter mehrere als Foeten dem Mutterleib entnommen wurden. Die Mr. Gotch's Ergebnisse enthaltende Abhandlung legte Prof. Burdon Sanderson, der wie es scheint an dessen Versuchsplänen und instrumentaler Ausrüstung einen wesentlichen Antheil gehabt hatte, der *Royal Society* vor, und sie erschien in den *Philosophical Transactions* vorigen Jahres.[2]

Nach einer kurzen geschichtlichen Einleitung, welche natürlich nicht auf Vollständigkeit Anspruch macht, aber auch in dem Gegebenen nicht auf Genauigkeit Anspruch machen kann, geht Mr. Gotch zu den Versuchen über, die in drei Reihen zerfallen: 1. über den von mir so genannten Organstrom; 2. über den zeitlichen Verlauf des Schlages; 3. über die von mir entdeckten secundär-elektromotorischen Wirkungen des Organs, und dessen gleichfalls von mir be-

[1] Erste Mittheilung in diesen Berichten, 1883. 1. Hlbbd. S. 181; — Archiv für Physiologie. 1885. S. 86. — Zweite Mittheilung in diesen Berichten, 1885. 2. Hlbbd. S. 691; — Archiv u. s. w. 1887. S. 51. — Die Mittheilungen in diesen Berichten sind in der Folge als I und II angeführt. Prof. Burdon Sanderson hat die Güte gehabt, die beiden Abhandlungen in's Englische übersetzen zu lassen.

[2] Vol. 178 (1887). B. pp. 487 — 537; — Proceedings of the Royal Society. vol. XLII. N. 256. p. 357.

schriebene irreciproke Leitung. Versuche der zweiten Art habe ich nicht wieder angestellt, seit ich vor dreissig Jahren zuerst mittels des Froschunterbrechers zeigte, dass die Dauer des Zitterwelsschlages und die der Muskelzusammenziehung von gleicher Ordnung sind, und ich bleibe daher hier aus dem Spiele. Was dagegen die Versuche der ersten und dritten Art betrifft, so tritt Mr. Gotch meinen Aufstellungen in mehrfacher Beziehung entgegen. Da noch längere Zeit verfliessen mag, bis ich wieder Zitterrochen bekomme; da die etwa erforderlichen neuen Versuche zum Theil nur an der See, bei unbeschränktem und ganz frischem Material, anstellbar sein werden; endlich da ich glaube Mr. Gotch auch ohne neue Versuche einiges nicht Ungewichtige entgegnen zu können: so zögere ich nicht, meine Meinung geltend zu machen, um so weniger, als vielleicht er, bei der in Aussicht gestellten Fortsetzung seiner Versuche, in die Lage kommen wird, von meinen Bemerkungen Nutzen zu ziehen.

§. 2. *Bisherige Erfahrungen über den Organstrom.*

Unter Organstrom ist im Gegensatz zum Schlage des Organs, nach Analogie des Muskel-, Nerven-, Drüsenstromes, eine schon während der Ruhe des Organs wahrnehmbare stetige elektromotorische Wirkung zu verstehen.

Zantedeschi hat 1841 zuerst solche Wirkung am lebenden unverletzten Zitterrochen beschrieben. Er fand alle Punkte der Rückenfläche dauernd positiv gegen alle Punkte der Bauchfläche, und alle dem Gehirn näheren Punkte der Rückenfläche positiv, der Bauchfläche negativ gegen alle davon entfernteren. Die elektromotorische Oberfläche war also im Wesentlichen die nämliche wie bei einem Schlage: die Colladon'schen Ströme fehlten nicht. Nach dem Tode des Thieres sank der Strom und kehrte sich auch wohl um.[1]

Erst zwanzig Jahre später machte Matteucci, ohne Zantedeschi zu erwähnen, wieder ähnliche Wahrnehmungen bekannt. Doch ging er in zwei wesentlichen Punkten über jenen hinaus. Erstens beobachtete er den Organstrom statt am ganzen Fisch, an Stücken des Organs, vom Bauch zum Rücken im Praeparat, wie auch in derselben Richtung, nur schwächer, zwischen den Seitenflächen der Säulen und deren Bauch- oder Rückenfläche; in querer Richtung waren die Stücke unwirksam. Die Wirkung war unabhängig von der Zahl der Säulen, dagegen ihrer Länge proportional. Zweitens sah Matteucci

[1] Comptes rendus etc. 1842. t. XIV. p. 489.

den Strom nach jedem dem Praeparat durch elektrische oder mechanische Reizung des noch damit verbundenen Nerven entlockten Schlage vorübergehend sich heben. Er überdauert aber die Erregbarkeit der Nerven, und kann noch nach Tagen an Praeparaten von kalt aufbewahrten Thieren nachgewiesen werden.[1]

Auch am unvollkommenen elektrischen Organ des gemeinen Rochen sah 1865 Charles Robin eine dauernde Wirkung, die nach jeder Entladung sich hob.[2] Dagegen hatte ich 1857 Streifen vom Zitterwelsorgan in der Ruhe nicht merklich elektromotorisch gefunden: nur zwischen der mit der äusseren Haut bekleideten Fläche und den übrigen, natürlichen wie künstlichen Begrenzungen des Organs erhielt ich eine schwache im Organ zur Haut gerichtete Wirkung.[3] Zur selben Zeit untersuchte Hr. Eckhard in Triest den ganzen Zitterrochen wie auch Organpraeparate auf eine elektromotorische Wirkung im Zustand der Ruhe, gelangte aber seiner Meinung nach auch nur zu einem verneinenden Ergebniss.[4]

Bei dem Widerspruch zwischen einerseits seinen und meinen, andererseits Zantedeschi's, Matteucci's und Robin's Erfahrungen, war es, als Sachs zur Erforschung des Zitteraales nach Calabozo sich begab, eine der vornehmsten ihm gestellten Aufgaben, das Verhalten des ruhenden Organs bei diesem elektrischen Fisch zu ermitteln. Ihm standen, im Gegensatz zu den früheren Beobachtern, die mittlerweile erfundenen verbesserten Versuchsweisen zu Gebot: Ableitung der Ströme zur aperiodischen Bussole durch unpolarisirbare Elektroden mit Thonschilden oder -Spitzen, Messung der elektromotorischen Kraft durch Compensation.

Sachs fand jedes Stück Organ zwischen Kopf- und Schwanzfläche wirksam im Sinne des Schlages, bei etwa 4^{cm} Länge mit einer Kraft von 0.015 bis 0.030 Daniell. Zwischen verschieden hohen Punkten des Längsschnittes von Organstücken erfolgten gleichfalls Wirkungen in demselben Sinne, quer durch das Organ blieb jede regelmässige Wirkung aus. Die Kraft wurde gewöhnlich zuerst rasch sinkend angetroffen, nach einiger Zeit wurde sie beständig, selten stieg sie noch etwas. Die Haut verhielt sich schwach positiv (0.005—0.008 Daniell) gegen natürliche und künstliche Begrenzungen des Organs, so dass zwischen einem am Aequator des Praeparates gelegenen

[1] Corso di Elettro-Fisiologia ec. Torino 1861. p. 129—136; — Comptes rendus etc. 1865. t. LXI. p. 627.

[2] Journal de l'Anatomie et de la Physiologie etc. 1865. p. 595. 596.

[3] Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Bd. II. Leipzig 1877. S. 718.

[4] Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1858. 4°. Bd. I. S. 161. 162.

Hautpunkte und der Kopffläche die Stromkraft kleiner erschien als zwischen demselben Punkte und der Schwanzfläche. Enthäutete Organstücke zeigten zwischen Kopf- und Schwanzfläche grössere, aber schneller sinkende Kraft, 0.038 bis 0.051 Daniell. Wurde dem aufliegenden Organstück ein heisser Löthkolben genähert, so dass dessen strahlende Wärme es traf, so sank die Organstromkraft etwas. Nach nur augenblicklicher mechanischer, thermischer, chemischer Erregung des Organs hinterblieb eine allmählich schwindende Erhöhung, nach elektrischem Tetanus dagegen vorübergehend Verminderung der Organstromkraft bis zur Unmerklichkeit. Über den Organstrom an dem noch mit der Haut bekleideten, möglichst unverletzten Thiere finden sich in Sachs' Tagebuch nur wenige, nicht ganz befriedigende Angaben. Die durch die Nebenschliessung durch die Rumpfmusculatur, die Haut u. d. m. geschwächte Wirkung im Sinne des Schlages schien durch Hautungleichartigkeiten oder andere Nebenwirkungen beim Anlegen der Bäusche an die gewaltigen, über meterlangen Thiere mannigfach getrübt zu werden.[1]

Gleich an einem der ersten Zitterrochen, welche ich opfern durfte, beobachtete ich nun selber den Organstrom. Nach Ausstanzen der elektrischen Lappen wurde der Fisch mit seiner Körperscheibe in senkrechter Ebene aufgehängt. So konnte man mittels passend gestalteter und aufgestellter Bäusche beliebigen Punkten an beiden Flächen des Thieres bequem beikommen. Dabei gab sich regelmässig ein Strom im Sinne des Schlages zu erkennen, welcher am stärksten war, wenn die höchsten Säulen am medialen Rande des Organs zwischen den Bäuschen sich befanden, und schwächer wurde in dem Maasse, wie die Bäusche dem dünneren seitlichen Rande des Organes sich näherten. Auch zwischen solchen Punkten der Bauch- und Rückenfläche, unter denen kein Organ mehr liegt, war der Strom schwach, doch deutlich und ordnungsmässig vorhanden. An Organpraeparaten, welche nur aus wenigen Säulenbündeln bestanden, wies ich die säulenartige Anordnung der elektromotorischen Kräfte nach; jeder Längenabschnitt der Säulen wirkte in gleichem Sinne wie vorher das ganze Organ, und die Stärke des Stromes wuchs mit dem Abstand der ableitenden Thonspitzen. Die Grösse der Kraft zwischen Bauch- und Rückenfläche der Säulenbündel lag bei 12—29^{mm} Länge der Säulen zwischen 0.005 und 0.013 Raoult. An getödteten, kalt aufbewahrten Thieren kann man, wie schon Matteucci angab, den Organstrom noch nach Tagen spurweise beobachten; die erhaltene Organ-

[1] Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, *Gymnotus electricus*, nach seinem Tode bearbeitet u. s. w. Leipzig 1881. S. 172. 173.

stromkraft ist ein Merkmal der noch erhaltenen Leistungsfähigkeit. Später findet man die Praeparate öfter verkehrt wirksam. An einem lange gefangen gehaltenen, hungernden Fische fand ich am ganzen Thiere den Strom bald in der einen, bald in der anderen Richtung vor, und an den Organpraeparaten solcher Thiere geschieht es, dass bald die ganze Säule, bald nur deren dorsale oder ventrale Hälfte verkehrt wirkt. Nach mechanisch vom Nerven ausgelösten Schlägen erscheint der Organstrom vorübergehend verstärkt, wie schon Matteucci berichtet hatte. Endlich bewies ich, dass die Haut sich gegen die Seitenflächen der Säulen schwach positiv verhält, im Betrage von etwa 0.0036 Raoult an einem Sommer-, von 0.0009 an einem Winterfisch.[1]

Was die Bedeutung des Organstromes betrifft, so kann es nach alledem zunächst nicht zweifelhaft sein, dass er von derselben, nur viel schwächer wirksamen Anordnung elektromotorischer Kräfte ausgeht, welche unter dem Einfluss der Nerven oder bei unmittelbarer Reizung den Schlag erzeugt. So lange er, wie in Zantedeschi's ersten Versuchen, nur am unverletzten Thiere beobachtet war, konnte man ihn dem Tonus einiger Muskeln vergleichen,[2] und dies hätte erklärt, weshalb er an den Organpraeparaten des Zitterwelses fehlte. Daran war nicht mehr zu denken, nachdem ihn Matteucci auch an blossen Organpraeparaten erkannt hatte. Nun liegt die Vermuthung nahe, dass er eine Nachwirkung des Schlages sei, der ja unmerklich in ihn übergeht.[3] Die Verminderung durch Tetanus, welche Sachs am Zitteraale beobachtete, kann man durch Erschöpfung der ihn erzeugenden Kräfte, oder durch negative Polarisation erklären, welche den Zuwachs an positiver Nachwirkung überwiegt. Die Umkehr des Organstromes im Tode erinnert an die beim Absterben zarterer Muskeln häufig vorkommende Umkehr des Muskelstromes.[4] Die von Sachs bemerkte grössere Stärke des Stromes an enthäuteten Praeparaten lässt sich vorläufig darauf zurückführen, dass die Haut als schwächende Nebenschliessung wirkt (s. unten S. 542).

[1] I. S. 204—211; — II. S. 694—700.

[2] I. S. 204.

[3] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 173; — I. 211.

[4] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. S. 154.

§. 3. *Mr. Gotch's Versuche über den Organstrom am unversehrten Zitterrochen.*

Das erste Ergebniss von Mr. Gotch's Untersuchung ist, dass er das Vorhandensein des Organstromes am unversehrten Thiere läugnet. An zehn Fischen erhielt er zwischen zwei der Mitte des einen Organs vom Bauch und Rücken her angelegten Thonspitzen eine sehr schwache Wirkung, sechsmal im Sinne des Schlages, viermal im verkehrten Sinne, welche aber seiner Meinung nach nichts mit den Organen oder dem Organstrom zu thun hatte, sondern von der Haut herrührte.

Von der elektromotorischen Wirkung der Haut sagt Mr. Gotch seltsamerweise: »*The subject has been investigated by* du Bois-Reymond, *but without any decisive results.*«[1] Ich weiss wirklich nicht, wie man schärfer, als ich es that, den Beweis führen kann, dass die Haut des Zitterrochen sich schwach positiv gegen die blossgelegten Flächen der Säulen verhält, ganz wie ein entsprechendes Verhalten auch schon von mir beim Zitterwelse, von Sachs beim Zitteraale nachgewiesen worden war.[2] Wie dem auch sei, Mr. Gotch giebt an, dass verletzte Hautstellen sich negativ gegen die unverletzten tieferen Theile verhalten *(that in the injured skin the surface becomes negative to the deeper uninjured parts)*, was mir nicht klar ist, und er gründet darauf die Vermuthung, dass die am scheinbar unverletzten Thiere beobachteten Ströme von nichts herrühren als von Hautabschürfungen, welche den Thieren beim Fange, beim Handhaben u. d. m. zugefügt worden seien.[3]

Es ist mir unverständlich, wie Mr. Gotch sich diese Meinung bilden konnte angesichts der von mir ausdrücklich hervorgehobenen, mit Zahlen belegten Thatsache, dass die Stärke des Organstromes an den verschiedenen Stellen des Organs der Dicke des Organs, d. h. der Länge der Säulen proportional gefunden wird; einer Thatsache, die um so weniger zu bezweifeln scheint, als schon Zantedeschi's erste Beobachtungen sie in anderer Form enthalten, sofern er am ruhenden Organ die Colladon'schen Ströme wahrnahm. Mr. Gotch hat meinen Versuch nicht wiederholt, sondern die ableitenden Spitzen immer nur der Mitte der Bauch- und Rückenfläche angelegt.

Dass er den Organstrom am lebenden Thiere nur unvollkommen zu sehen bekam, lag wohl an dem durch die Jahreszeit bedingten

---

[1] L. c. p. 501.
[2] II. S. 694—700.
[3] L. c. p. 494—503.

wenig günstigen Zustand seiner Fische. Die im Sommer im Bassin d'Arcachon — einer Art Lagune — häufigen Zitterrochen verlassen, wie er berichtet, zum Winter dessen seichtes Gewässer, und suchen das tiefere Meer auf, auf dessen sandigem Boden sie unweit des Ufers gefunden werden. Sie wurden über Nacht mit dem Scharrnetz *(trawl)* gefangen, in Bottichen auf dem Verdeck des Fahrzeuges eingebracht, und langten so erfroren an, dass sie nicht einmal mehr reflectorisch schlugen und kein anderes Lebenszeichen von sich gaben, als die Athembewegungen an den Spritzlöchern. In den Becken des Aquariums, deren Wasser aber auch nur 10° C. warm war, kamen sie wieder zu sich; doch ist klar, dass sie, obschon frischer gefangen, in keiner viel besseren Verfassung sich befanden, als der gleichfalls im Winter von mir untersuchte Fisch, an welchem auch ich den Organstrom vermisste. In einem Falle wird die Temperatur des im Versuch aufliegenden Organs von Mr. Gotch zu 5° C. angegeben.[1] Um den Unterschied zwischen der Leistungsfähigkeit solcher Thiere und der normalen zu ermessen, erinnere man sich, dass im August 1831 Hr. Colladon in La Rochelle von einem kleinen Fisch binnen zwei Minuten 78 freiwillige Schläge erhielt, und dann auf Reizung noch einen so heftigen, dass er das Thier fallen liess.[2] Mr. Gotch's den Organstrom versagende Fische hatten offenbar seit längerer Zeit nicht geschlagen, die Nachwirkung der letzten Schläge war unmerklich geworden, und deshalb gaben sie keinen Organstrom. Bemerkt sei noch, dass Mr. Gotch, um seine Behauptung des Fehlens des Organstromes am unversehrten Thiere zu stützen, sich nicht auf Hrn. Eckhard's oben angeführte Versuche berufen dürfte. In Wahrheit nämlich hat Hr. Eckhard den Organstrom wohl gesehen, ihn aber misskannt, weil er ungleich stärkere Wirkungen erwartete.[3]

§. 4. *Mr. Gotch's Versuche über den Organstrom an Organpraeparaten.*

Mr. Gotch's Neigung, dem unversehrten Zitterrochen den Organstrom abzusprechen, wurzelt in seinem Bestreben, diesen Strom dem Muskel- und Nervenstrom gleichzusetzen, welche nach der Schule, zu der Mr. Gotch sich ausdrücklich bekennt, ja gleichfalls nicht im unverletzten Thiere angenommen werden. Zu dieser Gleichsetzung aber gelangt er auf folgende Weise.

---

[1] L. c. p. 506.
[2] Comptes rendus etc. 1836. t. III. p. 490.
[3] I. S. 210.

Er fand, dass ein Schnitt durch das Organ in der Nähe der dem Bauch und Rücken angelegten Thonspitzen einen im verkehrten Sinne zufällig vorhandenen, sehr schwachen Strom in einen etwas stärkeren, richtig gerichteten, verwandelte. Durch weitere Schnitte, welche das abgeleitete Stück so umgrenzten, dass es nur noch medianwärts in seinem natürlichen Zusammenhange blieb, wurde die Kraft im richtigen Sinne noch vermehrt, zuletzt bis zu 0.0015 Raoult. Wurde durch folgweise geführte transversale Schnitte eine dadurch gewonnene keilförmige Scheibe des Organs mehr und mehr verschmälert, und schliesslich durch sagittale Schnitte auf ein Bündel von nur wenigen Säulen reducirt, so fand sich nach jedem Schnitt die Organstromkraft etwas erhöht, sank aber im Lauf weniger Minuten wieder tief herab. Sie erreichte übrigens in Mr. Gotch's Versuchen, vermuthlich in Folge der Kälte, nur einmal 0.005 Raoult, d. h. die untere Grenze der gewöhnlich in meinen Versuchen vorkommenden Kraft.

Wurde ein heisser Eisendraht einem von Bauch- und Rückenhaut durch Thonschilde abgeleiteten Praeparat genähert, so dass die strahlende Wärme es traf, so wuchs vorübergehend die Organstromkraft (von 0.0017 zu 0.0022), ganz wie nach meinen Versuchen die Muskelstromkraft,[1] dagegen im Widerspruch mit dem von Sachs bei dem gleichen Versuch am Zitteraal beobachteten Erfolge (s. oben S. 534).

Bis hierher ist Mr. Gotch noch nicht über den Kreis der bisherigen Erfahrungen über den Organstrom hinausgegangen. Nun jedoch kommt ein ihm eigenthümlicher, neuer Versuch, welcher darin besteht, dass er Säulenbündel zwei Secunden lang in heisses Wasser taucht, und zwei Minuten später sie von Bauch- und Rückenhaut ableitet. Er sah dadurch die Organstromkraft beträchtlich erhöht; bei einem Säulenbündel von gewöhnlicher Länge bis zu 0.0226, ja 0.0336 Raoult, also bis zu mehr als dem doppelten der höchsten von mir verzeichneten Werthe. Auch wenn nur die dorsale oder nur die ventrale Hälfte der Bündel eingetaucht worden war, wurden sie im richtigen Sinne stärker wirksam gefunden, was beweist, dass es sich nicht um eine hydrothermische Wirkung handelte. Die ungewöhnlich hohen Werthe der Stromkraft, welche bei diesen Versuchen im ersten Augenblick erhalten wurden, sanken aber binnen einer Viertelstunde auf ganz gewöhnliche Grössen herab. Die Temperatur des heissen Wassers findet sich nicht angegeben, doch erschien der Umfang der Praeparate undurchsichtig getrübt, und man konnte sicher annehmen, dass diese Theile getödtet seien.

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 202. 203 Anm.

§. 5. *Mr. Gotch's Theorie des Organstromes. Kritik derselben.*

Auf seine Beobachtungen gründet nun Mr. Gotch folgende Theorie des Organstromes.

Von dem Muskel- und Nervenstrom stellt er sich vor, dass sie auf einer Dauererregung, einem *'excitatory change'* der Muskel- und Nervensubstanz durch irgendwelche Verletzung beruhen; wohl die überraschendste Form, welche die proteusartigen Hermann'schen Hypothesen annehmen konnten, die einst mit der Negativität unter Säurung schneller sich spaltender, fermentähnlich wirkender Inogen-Molecüle gegen langsamer sich spaltende begannen. Im unversehrten Zitterrochen soll es, wie schon gesagt, keinen Organstrom geben, obschon Zantedeschi und ich ihn gesehen haben, ja die ähnliche Wirkung von Organpraeparaten erst lange nach der des ganzen Thieres von Matteucci nachgewiesen wurde. Die Schnitte und die Hitze sollen dadurch wirken, dass sie am Umfang der Praeparate eine geringere oder grössere Anzahl von Säulen verletzen. Der zurückbleibende Theil einer der Länge nach zerschnittenen, der lebendig gebliebene einer von der Seitenfläche her halb verbrühten Säule soll den Organstrom erzeugen, indem die übrig oder lebendig gebliebenen Theile der elektrischen Platten in Dauererregung gerathen, in welcher sie stundenlang verharren, wie angeblich Muskel- und Nervensubstanz in der Nachbarschaft einer Verletzung. Die Dauererregung elektrischen Gewebes bestehe aber, der Function dieses Gewebes gemäss, darin, dass es schwach elektromotorisch thätig werde in demselben Sinne, in welchem es bei Ausübung seiner Function stark elektromotorisch wirkt.

Ich halte diese Gleichstellung von Muskel- und Organstrom schon rein logisch für verfehlt. Wenn Dauererregung der Platten deren physiologische Function schwach bethätigte, so müsste, damit Analogie stattfände, Dauererregung der Muskeln sich in einer schwachen tonischen Spannung des ganzen Muskels äussern. Wenn statt dessen an der 'Demarcationsfläche' des Muskels (um in der Sprache der Schule zu reden, der ich einst diesen Ausdruck unter den Fuss gab[1]) eine darauf senkrechte 'abmortale' elektromotorische Kraft entsteht, so müsste, damit Analogie stattfände, dasselbe auch an den elektrischen Platten der Erfolg sein: es müsste elektromotorische Wirkung nicht im Sinne des Schlages, sondern senkrecht darauf in der Ebene der Platte, von der Schnittfläche fort, entstehen. Wenn in der Platte von der Schnittfläche aus die elektrische Erregung sich über die ganze

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 116. 352.

Platte ausbreitet, so müsste, damit Analogie stattfände, auch der ganze Muskel von der Demarcationsfläche aus elektromotorisch thätig werden. Wenn die elektromotorische Thätigkeit des Muskels aber auch auf die Demarcationsfläche und deren nächste Umgebung beschränkt bliebe, so müsste doch, damit Analogie stattfände, bei stärkerer Reizung der Muskel plötzlich im Sinne des Muskelstromes etwa in dem Verhältniss stärker wirksam werden, in welchem der Schlag den Organstrom übertrifft, mit anderen Worten, statt der negativen, müsste eine ungleich stärkere positive Schwankung die Zuckung begleiten.

Der ganze Begriff der Dauererregung in der Art, wie Mr. Gotch ihn handhabt, ist aber in hohem Grade fragwürdig. Dieser Begriff überhaupt ist meines Wissens zuerst aufgestellt worden von Hrn. Goltz, welcher die auf eine Nervendurchschneidung folgende anhaltende Lähmung von Gefässen durch Dauererregung gefässerweiternder Fasern erklärte, damit jedoch auf lebhaften Widerspruch stiess. Er selber hat schon seine Lehre in Beziehung zur elektromotorischen Thätigkeit der Nerven gebracht, aber anders als es jetzt hier geschieht, nämlich indem er bemerkt, dass, falls seine Ansicht richtig wäre, der Ruhestrom des Nerven immer schon als im Zustand mässiger negativer Schwankung zu betrachten sein würde,[1] was ein ganz richtiger Schluss ist. An den Muskeln, besonders dem Sartorius, sieht man bekanntlich nicht selten in Folge örtlicher Reizung einzelne Strecken in Dauercontraction, und demgemäss in negativer Schwankung begriffen. Sofern die ideellen Querschnitte des Muskels, zwischen welchen er in submaximalem Tetanus verharrt, nach Art mechanischer oder thermischer Querschnitte, nur schwächer, elektromotorisch thätig sind, kann man allenfalls sagen, dass diese Thätigkeit auf Dauererregung beruhe. Nichts aber berechtigt dazu, wie Mr. Gotch es thut, den elektrischen Vorgang von der Zusammenziehung zu trennen; anzunehmen, dass an einer Schnittfläche eine maximale elektromotorische Kraft auftrete, ohne dass dabei eine Spur von Zusammenziehung nachweisbar sei.

Doch ich bescheide mich, dies Wirrsal schiefer Analogien völlig aufzuklären. Man sieht, glaube ich, zur Genüge, auf wie schwachen Füssen Mr. Gotch's Aufbau ruht. Aber noch mehr. Nirgend hat er bewiesen, dass am Umfang seiner Praeparate wirklich solche der Länge nach angeschnittene Säulen stehen blieben, wie er es ohne Weiteres annimmt. Bei meinem Verfahren, Säulenbündel herzustellen, habe ich trotz aufmerksamster Betrachtung unter der Lupe in phy-

---

[1] Pflüger's Archiv u. s. w. 1874. Bd. IX. S. 182. 196.

siologischer Steinsalzlösung von solchen angeschnittenen Säulen Nichts sehen können, so dass ich schliessen musste, dass die Säulen vor den Blättern der Scheere mit unverletzten fibrösen Hüllen sich von einander trennen.[1] Mr. Gotch beschreibt seine Praeparationsweise nicht näher, scheint sich aber zur Herstellung von Organpraeparaten des Rasirmessers bedient zu haben. Dabei mögen am Umfang der unverletzten Säulen Plattenfetzen der verletzten hängen bleiben; es ist aber doch sehr fraglich, ob sie in ihrer zur Richtung des Schlages senkrechten Lage verharrten, nicht mannigfach sich verlagerten und dadurch ihre etwaige Wirkung einbüssten.[2] Jedenfalls ist es höchst unwahrscheinlich, dass angeschnittene oder zur Hälfte verbrühte Platten von wenigen Quadratmillimetern Oberfläche stundenlang wirksam bleiben sollten, da doch am Muskel und Nerven vom mechanischen oder thermischen Querschnitt aus der Tod unaufhaltsam fortschreitet.

Das gleiche Verhalten des Organstromes, des Muskel- und des Nervenstromes gegen Temperaturerhöhung, auf welches Mr. Gotch sich beruft,[3] welches aber doch erst sehr unvollständig erwiesen ist (s. oben S. 538), giebt für seine Theorie eine um so schwächere Stütze ab, als ja noch manche andere thierische Function, beispielsweise die Athmung wechselwarmer Thiere, eine ähnliche Abhängigkeit von der Temperatur zeigt.

Wie viel einfacher und natürlicher gestalten sich die Dinge, wenn man, anstatt die Thatsachen auf das Streckbett einer jeder sicheren Grundlage ermangelnden und vorläufig noch entbehrlichen Hypothese zu spannen, sie nimmt, wie sie sich dem unbefangenen Blicke darbieten. Sobald man den Organstrom als Nachwirkung vorausgegangener Schläge auffasst, bleibt keine nennenswerthe Schwierigkeit zurück. An Stelle des hier ganz leeren Begriffes der Dauererregung, eines '*excitatory change*', wobei man sich nichts zu denken vermag, tritt die klare Vorstellung einer unter der Einwirkung der Nerven vor sich gehenden, den Schlag erzeugenden säulenartigen Anordnung elektromotorischer Kräfte in der Dicke der Platte, welche erst schneller, dann langsamer sinkend, spurweise noch lange hinterbleibt; daher der Organstrom auch am lebenden Thiere gefunden wird, und zwar, bis auf die absolute Höhe der Potentiale und bis auf die Induction, mit derselben elektromotorischen Oberfläche, wie der Schlag. Wird er vermisst, so beruht dies auf schlechtem Zustand der Thiere in Folge von Kälte, Hunger u. d. m., und auf demgemäss seit längerer Zeit

[1] I. S. 206.
[2] II. S. 732.
[3] A. a. O. p. 499.

ausgebliebener Thätigkeit der Organe. Dabei kommt noch in Betracht, dass der am lebenden Fisch stattfindende Stoffwechsel die Nachwirkung vielleicht schneller verwischt, als sie am Organpraeparat schwindet.

Werden dann in solchem Organ Schnitte angebracht, Stücke davon abgeschnitten, so kann dies nach Matteucci's, Sachs', Hrn. Babuchin's, Mr. Gotch's und meinen eigenen Erfahrungen doch kaum ohne einige Schläge abgehen, sei's dass Nervenstämme und -Ästchen getroffen werden, sei's dass unmittelbare mechanische Reizung stattfinde; und in Folge dieser Schläge, als deren Nachwirkung, kommt Organstrom zum Vorschein, stets zuerst in schnellem, dann in langsamerem Sinken begriffen. Jedesmal, dass man das Praeparat durch einen neuen Schnitt verkleinert, erfolgt wieder ein Schlag, erhält der Organstrom wieder einen Zuwachs, und sinkt er wieder in derselben Art herab.

Als Sachs ein Organpraeparat vom Zitteraal mit dem heissen Löthkolben berührte, sah er das Scalenbild pfeilschnell aus dem Gesichtsfelde schiessen. Daher nach Eintauchen eines Säulenbündels in verbrühend heisses Wasser der Organstrom gleichfalls verstärkt erscheint, und sogar noch mehr als nach einem Schnitt, weil rings um das Praeparat alle Säulen, alle etwa heraushängenden oder oberflächlich gelegenen Nervenästchen kurz nacheinander gereizt werden. Vielleicht trägt auch die erhöhte Temperatur da, wo sie nicht mehr tödtlich erregend wirkt und eine gewisse Grenze nicht übersteigt, zur Steigerung des Erfolges bei.

Noch ein Umstand kann beim Schneiden und Verbrühen der Praeparate die Stärke der Wirkung beeinflussen: etwa nicht erregte Säulen bilden für die erregten schwächende Nebenschliessungen, da der irreciproke Widerstand nur für augenblickliche Ströme und nur von einer gewissen Schwelle ab, nicht für beständige schwache Ströme gilt. So kann es sogar kommen, dass dünnere Säulenbündel stärker als dickere, Organpraeparate stärker als ganze vom Organ geschnittene Scheiben wirken. Die von Sachs an enthäuteten Organpraeparaten vom Zitteraal wahrgenommene grössere Stärke des Organstromes im ersten Augenblick kann wie gesagt auf das Fortfallen der Nebenschliessung durch die Haut gedeutet werden (s. oben S. 535); doch mögen dazu auch die wiederholten Schläge in Folge der Reizung beim Abpraepariren der Haut beigetragen haben.

Dass der Organstrom noch beobachtet werden kann, auch nachdem die elektrischen Nerven unerregbar wurden (s. oben S. 533), ist nicht auffallender als dass ein Muskel noch unmittelbar erregbar bleibt, auch nachdem der motorische Nerv abstarb.

Übrigens fehlt es auch bei dieser Auffassung des Organstromes nicht an einer entsprechenden Erscheinung am Muskel. Sofern es doch fast unmöglich scheint, in der negativen Schwankung die dem Schlage des Organs entsprechende elektrische Äusserung des Muskels zu verkennen, bietet sich in der von Hermann Roeber genauer untersuchten, von mir so genannten inneren Nachwirkung des Tetanus auf den Muskelstrom[1] ein ungleich treueres elektrisches Seitenstück zum Organstrome dar, als der von Mr. Gotch dafür in Anspruch genommene Ruhestrom des Muskels.

Mr. Gotch selber nimmt eine Nachwirkung *(after-effect)* des Schlages an. Seine Untersuchung über den zeitlichen Verlauf des Schlages, von der gleich mehr die Rede sein wird, führt ihn dazu, dem eigentlichen Schlage eine Dauer von nur 0″07 zuzuschreiben; eine minutenlang hinterbleibende, erst schneller, dann langsamer sinkende Wirkung des Organs in gleichem Sinne bezeichnet er als Nachwirkung, unterscheidet sie aber auf das Bestimmteste vom Organstrom, in welchen sie doch völlig stetig sich verliert. Wo und auf welche Merkmale hin er die Grenze zieht zwischen dieser Nachwirkung und dem Organstrom, ist mir nicht deutlich geworden. Dafür, dass er den Organstrom nicht einfach als weitere Fortsetzung der Nachwirkung auffasst, weiss ich keinen anderen Grund, als dass er übersieht, wie Darstellung eines Organpraeparates, Verbrühen desselben, ebensowenig ohne mindestens Einen Schlag abgehen kann wie Darstellung, Verbrühen eines Muskelpraeparates ohne mindestens Eine Zuckung.

Nun ist ja zuzugeben, dass diese Wirkung des Schneidens, des Verbrühens des Organs noch nicht unmittelbar unter allen den Umständen beobachtet ist, unter welchen Organstrom erscheint, und es versteht sich, dass, ehe man der Auffassung des Organstroms als einer Nachwirkung endgiltig zustimmt, die Voraussetzung, auf welcher diese Auffassung beruht, die Probe des Versuches wird bestanden haben müssen. Dieser wird leicht anzustellen sein, indem man nach Galvani's Vorgang dem Praeparat vor dem Schnitte, dem Verbrühen den Nerven eines stromprüfenden Froschschenkels anlegt. Vor dem Verbrühen wird dies am besten so geschehen, dass man ein etwas langes Säulenbündel in der Mitte seiner Länge U-förmig zusammenbiegt, die Schenkel des U durch ein Glimmerblatt von einander isolirt, und den Nerven über die zu beiden Seiten des Blattes emporragende Bauch- und Rückenfläche ihrer Enden brückt. Bei geeigneter Aufstellung des Praeparates mit der Schleife nach unten kann man ihm

---

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 537.

ein Gefäss mit heissem Wasser, besser heissem Oel entgegenheben, da denn schwerlich eine Zuckung des stromprüfenden Schenkels ausbleiben wird. Der Entwickelung des Organstromes in Mr. Gotch's Sinne wird man die so entstehenden Zuckungen nicht zuschreiben können, dazu ist er viel zu schwach.

Ich erlaube mir Mr. Gotch dringend aufzufordern, bei nächster Gelegenheit diese Versuche anzustellen, wie auch leistungsfähigere Zitterrochen als bisher auf das Vorhandensein des Organstromes an dem, mit Ausnahme etwa der ausgestanzten elektrischen Lappen, unverletzten Thiere zu prüfen. Erst wenn beim Zerschneiden und Verbrühen von Organpraeparaten keine Zuckungen des Froschschenkels erfolgen, oder wenn das unverletzte Thier wirklich den Organstrom versagen sollte, wäre es meines Erachtens an der Zeit, auf eine andere Erklärung dieses Stromes zu sinnen, als durch Nachwirkung.

Mr. Gotch rühmt schliesslich und ausdrücklich seiner Auffassung des Organstroms als Ausdruck einer Dauererregung nach, dass sie Licht auf den Nerven- und Muskelstrom werfe. »*In the organ of the Torpedo,*« sagt er, »*it is easy to recognise the fact that in the effect of injury which corresponds to the demarcation-current we are dealing with a state of excitation. This is not so easily recognised in such tissues as muscle and nerve, owing to the direction of the excitatory change. The demarcation-current in the Torpedo is a strong support for the view that in nerve and muscle the negativity of an injured as compared with an uninjured part is the electromotive expression of a prolonged local excitatory process occurring in the neighbourhood of the injury.*«[1] Ich kann nur wiederholen, dass dies ungenau gedacht ist. Wäre der Organstrom der 'Demarcationsstrom' der verletzten elektrischen Platten, so müsste er in der Ebene der Platten 'abmortal' fliessen, nicht senkrecht darauf in anatomisch vorbestimmter Richtung. Wäre dies dennoch der Fall, und der Muskelstrom das Seitenstück zu dem so zu Stande kommenden Organstrom, so müsste bei stärkerer Reizung der Muskelstrom statt einer negativen, eine positive Schwankung zeigen, welche sich zum Ruhestrom so verhielte, wie der Schlag zum Organstrom. Und um auch dies noch schärfer zu betonen, in der Aufstellung jenes '*excitatory change*', womit hier Alles erklärt wird und doch im Grunde Nichts, kann ich keinen Fortschritt in diesem Gebiet erkennen, eher erscheint sie mir als ein Rückfall in Formeln und Denkweisen, wie sie in vitalistischen Zeiten befriedigen mochten, mit welchen uns aber heutzutage nicht mehr gedient ist.

---

[1] L. c. p. 535. 536.

§. 6. *Aufstellung des irreciproken Widerstandes des elektrischen Organs.*

Zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der elektrischen Vorgänge am Zitterrochen war Mr. Gotch mit einem dem Federmyographion nachgebildeten Apparate versehen, in welchem aber die schnelle Bewegung des Läufers nicht zu graphischen Zwecken benutzt wurde, sondern zum folgweisen Aufschlagen von drei Schlüsseln, S_1, S_2, S_3. S_1 öffnete den inducirenden Kreis eines graduirten Schlitteninductoriums, dessen Schlag das Organpraeparat oder den Nerven traf. S_2 öffnete eine Nebenschliessung zu einem Galvanometer, in welches nun erst die etwaige elektromotorische Wirkung des Praeparates einbrach. S_3 öffnete wieder den Galvanometerkreis, so dass dieser nicht länger geschlossen blieb als während der zwischen dem Aufschlagen von S_2 und S_3 verfliessenden Zeit. Der Läufer durchflog seine Bahn so rasch, dass diese Zeit bis auf 0."001 verkleinert werden konnte.

Es ist schade, dass Mr. Gotch nicht mit einem mehr zu seinen Versuchen geeigneten strommessenden Instrumente ausgerüstet war, wodurch auch seine numerischen Angaben übersichtlicher geworden wären. An Empfindlichkeit zwar liess sein Thomson'sches Galvanometer mit objectiver Spiegelablesung nichts zu wünschen übrig, allein die Beruhigungszeit der Nadel betrug 15", und die Empfindlichkeit konnte nur durch Nebenschliessung oder durch Verschiebung des astasirenden Magnetstabes geändert werden. Es ist sonderbar, dass das weitaus zweckdienlichste Instrument der Art, die Wiedemann'sche Bussole mit meinem oder dem Siemens'schen aperiodischen Magnet, in England noch nicht Eingang fand, da doch Mr. Gotch sein Schlitteninductorium von Hrn. Kronecker, seine Polarisationswippe von Hrn. Hermann bezog, sein Rheotom, wie er selber angiebt, dem Federmyographion nachgebildet war, und seine Methodik im Wesentlichen auch sonst an die unsrige sich lehnte.

Mr. Gotch hat, wie es scheint, mit gutem Erfolg zeitmessende Versuche angestellt über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den elektrischen Nerven, das Latenzstadium des Schlages, dessen Verlauf unter verschiedenen Umständen, die Summation von Reizen im Organ. Der Schlag grosser Fische dauert länger als der kleinerer, gerade wie ich es schon am Zitterwels erkannt hatte.[1] Mr. Gotch stiess auf eine ungemein hohe Reizschwelle der elektrischen Nerven, und

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 662. 722, — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 249.

bestätigte Hrn. Jolyet's Entdeckung[1] der grossen Langsamkeit, mit welcher die Reizung in diesen Nerven fortschreitet. Es läge nahe, diese beiden Thatsachen in Beziehung zu setzen zu der von mir gefundenen auffallend geringen elektromotorischen Kraft derselben Nerven. Doch haben die HH. Léon Fredericq und Vandevelde[2] an den Scheerennerven des Hummers bei gewöhnlicher Reizschwelle und, nach Hrn. Fredericq,[3] sehr hoher elektromotorischer Kraft eine noch geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung gefunden, als Hr. Jolyet und Mr. Gotch an den elektrischen Torpedonerven.

Mr. Gotch versuchte nun auch meine Beobachtungen über die secundär-elektromotorischen Erscheinungen am Torpedo-Organ zu wiederholen. Er gelangte dabei zu einem Ergebniss, welches mit gewissen von mir beschriebenen Thatsachen und daraus gezogenen Schlüssen in Widerspruch steht. Um den fraglichen Punkt deutlich erkennen zu lassen, wird es zweckmässig sein, zuerst meine Aufstellungen kurz in Erinnerung zu bringen.

Schon am Zitterwels-Organ wies ich 1857 secundär-elektromotorische Erscheinungen nach, welche seitdem auch in Sachs' Versuchen am Zitteraal, in den meinigen am Zitterrochen ganz ähnlich sich zu erkennen gaben. Ich nenne homodrome Ströme solche im Sinne, heterodrome solche im umgekehrten Sinne des Schlages, relativ positive und negative Polarisation einen Nachstrom im gleichen, beziehlich im umgekehrten Sinne des polarisirenden Stromes, absolut positive und negative Polarisation einen Nachstrom im homodromen, beziehlich im heterodromen Sinne.[1] Ströme jeder Stärke in beliebiger Richtung längere Zeit durch Organpraeparate geleitet geben relativ negative innere Polarisation. Stärkere homodrome Ströme von einer gewissen Schwelle an, und nur kurzdauernd, geben starke, sehr allmählich sinkende, absolut und relativ positive innere Polarisation. Heterodrome Ströme von gleicher Stärke und Dauer geben im Allgemeinen schwächere relativ negative, absolut positive innere Polarisation. Von der relativ negativen Polarisation, obschon sie an den Lebenszustand geknüpft erscheint, lässt sich mit gutem Grunde annehmen, dass sie mehr der gewöhnlichen inneren Polarisation thierischer Gewebe verwandt sei. Hinsichtlich der relativ positiven Polarisation durch homodrome Stromstösse dagegen entsteht die Frage, ob sie vielleicht nichts sei als ein durch den Stromstoss ausgelöster Schlag oder ob

---

[1] Annales des Sciences naturelles de Bordeaux et du Sud-Ouest. 2me Année. 1883. Mémoire No. 2. p. 22.

[2] Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 3me Série. t. XLVII. p. 21. 27.

[3] Archiv für Physiologie, 1880. S. 71.

[1] l. S. 212. 213.

man darin eine besondere elektromotorische Wirkung im Sinne des Schlages vor sich habe, etwa eine säulenartige Anordnung elektromotorischer Elemente durch den Strom. Obschon es mehrere scheinbar sehr triftige Gründe für letztere Ansicht giebt, zögerte ich doch, nach vielen Versuchen und Erwägungen, sie als die unbedingt richtige hinzustellen. Mr. Gotch, ohne sich in eine Erörterung der Frage einzulassen, betrachtet es auf seine Zeitmessungen hin schon als ausgemacht, dass es sich nicht um einen blossen Schlag, sondern um ein '*excitatory change*' handele, ähnlicher Art, aber noch länger anhaltend als die Nachwirkung des Schlages.

Meine Versuche wurden stets so angestellt, dass in dem Kreise der polarisirenden Säule und des Organpraeparates sich eine zweite Bussole befand. Sogleich bei meinen ersten Beobachtungen am Zitterwels fiel es mir sehr auf, dass der homodrome Stromstoss an dieser Bussole den heterodromen regelmässig ganz bedeutend übertraf. Entsprechendes bot sich Sachs am Zitteraale dar, und vollends jeder neue Versuch der Art an Organpraeparaten vom Zitterrochen lehrte dasselbe. Der erste Eindruck, den man bei diesem Anblick erhält, ist natürlich der, dass die Überlegenheit des homodromen Stromes von der relativ und absolut positiven Polarisation herrührt, welche sich zu ihm hinzufügt. Diese Vorstellung führt aber zu einer sehr bemerkenswerthen Folgerung.

Es heisse die elektromotorische Kraft der polarisirenden Säule E, die der relativ positiven Polarisation im Augenblick der Öffnung des polarisirenden, der Schliessung des Polarisationsstromes P, die der negativen Polarisation in demselben Augenblicke Π. Der Einfachheit halber nehmen wir an, wie wir wohl dürfen, dass der homodrome Strom fast allein absolut positive Polarisation erzeugt, während der homodrome und der heterodrome gleich starke negative Polarisation hervorrufen. Sei $n:1$ das Verhältniss der homodromen zur heterodromen Stromstärke im polarisirenden Kreise, so haben wir

$$E + P - \Pi = n(E - \Pi),$$
$$P = (E - \Pi)(n - 1),$$

wo $n > 1$ und in jedem einzelnen Falle erfahrungsmässig zu bestimmen ist. Da Π im Allgemeinen gegen E, die elektromotorische Kraft einer Anzahl Grove, vernachlässigt werden kann, darf man schliesslich nahezu setzen

$$P = E(n - 1).$$

Die folgende Tabelle[1] zeigt die Werthe, welche danach die elektro-

[1] Die Tabelle hat an Stelle des in der Ersten Mittheilung S. 218. 219 gegebenen rohen Überschlages zu treten, in welchen sich gegen das Ende ein Fehler eingeschlichen hat, der durch seine Sinnlosigkeit in die Augen springt.

motorische Kraft der absolut positiven Polarisation in den Organpraeparaten scheinbar erreicht. Die mit *R* bezeichnete Spalte enthält die Ordnungszahlen der Reihen im Anhange zur Ersten Mittheilung, welcher die Angaben entlehnt sind; nur die der letzten wagerechten Reihe stammen aus der Zweiten Mittheilung her. Die mit *Z. d. W.* bezeichnete Spalte giebt die Zahl der in Rechnung gezogenen ersten Stromwechsel an, da bei längerer Fortsetzung der Versuche der Unterschied der Ströme sich verwischt. Alles Übrige spricht für sich selber.

R	*Z. d. W.*	*E* in Grove	Länge in mm	Schliessungszeit	*n*	*P* in Grove
1	8	I	—	0."0764	1.755	0.75
3	6	V	—	0.0063	1.607	3.03
7	3	X	25	0.0764	1.614	6.14
9	8	XX	—	0.0032	2.000	20.00
10	4	XX	29	0.0764	2.951	39.02
13	6	XXX	20	0.0764	1.889	26.67
14	4	XXX	17	0.3190	2.086	32.57
20	7	L	27	0.0629	1.512	25.58
II. §. 6.	2	L	—	0.0032	1.615	30.77

Mit den stärksten Öffnungsschlägen meines Schlitteninductoriums, deren elektromotorische Kraft nicht bekannt ist, wurde aber *n* einmal = 5, ein andermal sogar = 7.52 gefunden.[1]

Aus der Tabelle erhellt nicht so deutlich, wie aus besonders darauf gerichteten Versuchen an einem und demselben Organpraeparat, dass der Unterschied zwischen den beiden Stromstärken mit der Stromdichte wächst. Für beständige Ströme verschwindet dieser Unterschied beinahe, nie jedoch ganz; er wächst mit der Länge der durchströmten Strecke des Praeparates, wird bei querer Durchströmung vermisst, und ist, wie die Polarisirbarkeit des Organs überhaupt, an den Lebenszustand geknüpft.

Wie man sieht, folgt aus diesen Zahlen, wie ungenau sie auch sein mögen, dass, wenn die Überlegenheit des homodromen Stromes allein auf dem Hinzutritt der absolut positiven Polarisation beruht, diese in einem Organpraeparat zwischen 17 und 29^{mm} Länge eine Höhe von vielen, bis zu fast vierzig, in einem Millimeter (Reihe 14) bis zu fast zwei Grove erreichen kann. Ehe man ein so ausserordentliches Ergebniss als wirklich hinnimmt, muss doch jede andere Erklärungsweise ausgeschlossen sein. Die einzige andere Deutung, welche sich bietet, ist die, dass das Organ irreciprok, den homodromen besser als den heterodromen Strom leite. Es fragt sich, wie

[1] II. S. 29. 44.

zwischen diesen beiden Erklärungen, durch Polarisation oder durch irreciproken Widerstand, entschieden werden könne.

Ein Weg, den ich dazu betrat, bestand darin, anstatt den Bussolkreis für den Polarisationsstrom nach Durchgang des polarisirenden Stromes in sich zu schliessen, ihn als dauernde Nebenschliessung zum polarisirenden Säulenkreise am Organpraeparat anzubringen. Ich hatte Grund mir vorzustellen, dass wenn die Überlegenheit des homodromen Stromes auf besserer Leitung beruhe, der Stromzweig in der nebenschliessenden Bussole bei dieser Stromrichtung schwächer, stärker dagegen ausfallen müsse, wenn der Unterschied der Ströme von Polarisation herrührte. Die Wirkung fiel kleiner aus, obschon der homodrome Strom doppelt so stark war wie der heterodrome; aber eine schematische Rechnung belehrte mich, dass, wie so oft bei solchen Überlegungen, die blosse Anschauung mich im Stich gelassen hatte, und dass die Wirkung auch dann kleiner sein müsse, wenn nur Polarisation, nicht irreciproke Leitung stattfinde.[1]

Dann versuchte ich durch Einführung eines additionellen Widerstandes den Unterschied zwischen homo- und heterodromem Strome zum Verschwinden zu bringen, in der Meinung, dass, wenn dies gelänge, dadurch bewiesen sei, dass der Unterschied auf irreciproker Leitung beruhe. Auch dies gelingt nun in der That: aber wiederum belehrte mich die Rechnung nachträglich, dass auch in diesem Falle die Anschauung trüglich gewesen war, und der Unterschied, auch wenn er von Polarisation herrührte, durch Einführung eines hinreichenden additionellen Widerstandes verschwinden müsse.[2]

Unter diesen Umständen sah ich die Nothwendigkeit ein, einen ganz anderen Weg einzuschlagen. Ich beschloss, den specifischen Widerstand der polarisirten Organpraeparate zu bestimmen, d. h. ihn mit dem von Geweben und Elektrolyten zu vergleichen, in welchen keine neben der im Organ vorausgesetzten irgend in Betracht kommende positive Polarisation entwickelt wird. Es ist klar, dass wenn die Überlegenheit homodromer Ströme auf positiver Polarisation beruht, — auf einer additionellen elektromotorischen Kraft bis zu vierzig Grove, — die Organpraeparate im Vergleich zu Muskel, zu physiologischer Steinsalzlösung u. d. m. bei gleichen Maassen scheinen müssen unvergleichlich besser zu leiten; und dass dementsprechend ihr Widerstand scheinbar gewaltig zunehmen müsse, wenn sie mit ihren Lebenseigenschaften die positive Polarisirbarkeit einbüssen.

---

[1] I. S. 220—224.

[2] I. S. 220; — II. S. 721—725.

Als ich nun aber mit einer wohlbewährten Methode diesen Vergleich ausführte, zeigte sich zu meiner nicht geringen Überraschung, dass unter denselben Umständen, unter welchen der homodrome Strom den heterodromen weit übertrifft, das Organ, weit entfernt besonders gut zu leiten, selbst in homodromer Richtung erheblich schlechter leitet als längsdurchströmter Muskel; aber doch besser als in heterodromer Richtung in solchem Betrage, dass der Unterschied völlig ausreicht, um den der homodromen und heterodromen Stromstärke zu erklären. Beim Absterben oder Todtsieden des Organpraeparates, wobei die Polarisirbarkeit verschwindet, wird nicht allein sein Widerstand in beiden Richtungen gleich, sondern er nimmt auch ab, und zwar wird er kleiner als der kleinste Widerstand des Organs in homodromer Richtung, ja sogar als der der physiologischen Steinsalzlösung. Danach zögerte ich nicht länger, irreciproke Leitung des Organs anzunehmen, und es gelang mir auch, dieser Eigenschaft in der Mechanik des Schlages eine wichtige Nützlichkeitsrolle zuzuweisen. Übrigens braucht kaum erwähnt zu werden, dass da die absolut und relativ positive Polarisation durch den homodromen Strom ja jedenfalls besteht, sie neben der irreciproken Leitung dazu beiträgt, diesem Strom das Übergewicht zu verschaffen.[1]

§. 7. *Mr. Gotch's Einwendungen gegen den irreciproken Widerstand des elektrischen Organs.*

Mr. Gotch hatte nur sechs Grove bei sich und hat, wie zu erwarten, hier damit nicht viel ausgerichtet, um so weniger, als er keine kürzere Schliessungsdauer des polarisirenden Kreises herzustellen vermochte, als $^1/_4$ Secunde. Nur vorübergehend erfolgte durch den homodromen Strom absolut und relativ positive Polarisation, welche bald in absolut und relativ negative sich verkehrte. Die Stärke des polarisirenden Stromes wurde in Ermangelung einer zweiten Bussole nicht beobachtet.

Um kürzere und stärkere Stromstösse zu erhalten, wandte sich Mr. Gotch den Öffnungsschlägen des Schlitteninductoriums zu, in dessen inducirenden Kreis er fünf bis sechs Grove aufnahm. Ob er dadurch die Stromstärke sehr vermehrte, ist bei dem geringen Widerstand dieses Kreises zweifelhaft. Wie dem auch sei, er stellte nun mittels seines Feder-Rheotoms Versuche so an, dass er die secundäre

[1] II. S. 725—732.

Rolle mit dem Organpraeparat in den Kreis des Galvanometers aufnahm, welches aber durch eine Nebenschliessung abgeblendet war. S_1 öffnete wieder den inducirenden Kreis des Inductoriums, S_2 eine veränderliche kleine Zeit später die Nebenschliessung, endlich S_3 nach 0''.02 den Galvanometerkreis, durch welchen also der Polarisationsstrom nur 0''.02 lang floss. Dabei erhielt Mr. Gotch, selbstverständlich nach meinen Angaben, absolut und relativ positive Ausschläge durch den homodromen Strom. Wir werden aber gleich sehen, zu welcher anderen auffallenden Wahrnehmung sich ihm hier die Gelegenheit bot.

Von meinen obigen Ergebnissen sagt Mr. Gotch: »*He finds that the* (+) *induction current*« — so bezeichnet er den homodromen Strom — »*is considerably greater than the* (—) *one. This, he says, cannot be explained, and is a case of irreciprocal conduction*«; und er bringt eine, wie er meint, einfachere und mehr dem heutigen Stand unserer Kenntniss entsprechende Erklärung vor, nämlich durch die sich zum homodromen Strom hinzufügende positive Polarisation: gleich als hätte ich nicht schon vor dreissig Jahren, beim ersten Anblick der Erscheinung, diesen nahe liegenden Gedanken gefasst, und ihn nicht erst nach sorgfältigen Versuchen und gründlichen Erörterungen, durch Thatsachen gezwungen, für die Möglichkeit eines irreciproken Widerstandes aufgegeben. Statt diesem Gange meiner Forschungen zu folgen, ignorirt sie Mr. Gotch vollständig, legt mir die Worte in den Mund: »*This cannot be explained*«, und erweckt bei dem Leser die Vorstellung, die Annahme irreciproken Widerstandes des Organs sei nichts als ein leichtsinniger Einfall von mir gewesen.

Mr. Gotch spricht vom irreciproken Widerstand, wie von etwas physikalisch Unerhörtem, einer von mir erfundenen, fast mystischen Eigenschaft. Es ist ihm wohl nicht gegenwärtig, dass während für den Lichtstrahl, Einen Fall ausgenommen, das Gesetz der Reciprocität gilt, irreciproke Leitung des elektrischen Stromes in nicht homogenen Kreisen umgekehrt fast die Regel ist.[1] Was ihn bestimmte, so den irreciproken Widerstand des Organes kurzer Hand zu verwerfen, ist nun aber der allerdings bedenkliche Erfolg eines Versuches, welchen anzustellen ich weder Gelegenheit noch Anlass hatte, der sich aber ihm, bei der geschilderten Versuchsweise mit dem Feder-Rheotom, von selber darbot. Wenn er nämlich mit dem Schlüssel S_2 ganz nahe an den S_1 rückte, so dass die Nebenschliessung zum Galvanometer fast in demselben Augenblick geöffnet wurde wie der inducirende Kreis des Inductoriums, so fiel seine Versuchsweise fast zusammen mit der meinigen in den Fällen, wo ich einen Induc-

---

[1] Vergl. Christiani, Über irreciproke Leitung elektrischer Ströme. Berlin 1876.

tionsschlag bald homodrom, bald heterodrom durch das Praeparat sandte, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei mir der ganze im Organ erzeugte Nachstrom sich durch die Bussole ergoss, während bei Mr. GOTCH der Galvanometerkreis nach 0''02 wieder geöffnet wurde. Dabei fand nun Mr. GOTCH den Inductionsschlag in beiden Richtungen gleich stark. Er deutet dies so, als würde dieser Schlag, ehe der Polarisationsstrom vorhanden sei, in beiden Richtungen gleich gut geleitet, und als verdankte der homodrome Schlag seine Überlegenheit in meinen Versuchen nur dem später sich hinzufügenden Polarisationsstrom, welcher sich erst nach 0''05 entwickele. »*It is not stated in* DU BOIS-REYMOND'*s experiments whether he cut off the after-effect which follows the passage of the induction current by closing the galvanometer circuit only up to* 0''05 *after the shock. If he did not so, the full after-effect must obviously be present, and his results are thus explained.*«[1]

Da ich meine Versuchsweisen stets genau beschrieben zu haben glaube, brauchte Mr. GOTCH nicht im Zweifel darüber zu sein, dass ich den Bussolkreis nicht 2 — 5 Hundertel Secunden nach dem Inductionsschlage öffnete. Der Nachstrom ergoss sich in meinen Versuchen stets frei durch den Bussolkreis, und nach Mr. GOTCH's Anschauung wäre es also doch und in der That dieser Nachstrom gewesen, welcher dem homodromen Strom seine Überlegenheit verschaffte. Ich hätte nun gewiss nichts dagegen, eine so erstaunliche Thatsache an's Licht gezogen zu haben, wie dass in einer 29^{mm} langen, zwischen den Thonschilden meiner Zuleitungsgefässe aufliegenden Säule aus dem Zitterrochen-Organ noch eine elektromotorische Kraft von fast vierzig Grove erregt werden könne. In den über doppelt so langen Säulen, über welche Mr. GOTCH gelegentlich verfügte,[2] wäre die secundär-elektromotorische Kraft wohl gar die doppelte gewesen. Abgesehen von der Wunderbarkeit der Sache an sich hätte ich ja so die erste Maassbestimmung über den in den elektrischen Organen entstehenden Potentialunterschied gewonnen. Ich hätte also Mr. GOTCH dafür zu danken, dass er auf einem Wege, an den ich nicht gedacht hatte, mir zum Beweise der Richtigkeit einer solchen Entdeckung verhalf, dem ich lange vergeblich nachging. Hätte er nur zugleich die Güte gehabt, die für mich unüberwindliche Schwierigkeit zu beseitigen, welche mich noch verhindert, mich der Freude über die von ihm herbeigeführte Entscheidung hinzugeben.

Diese Schwierigkeit ist der oben S. 550 schon in Erinnerung gebrachte Erfolg meiner Versuche über den specifischen Widerstand

[1] A. a. O. S. 531.
[2] A. a. O. S. 532.

des Organs verglichen mit verhältnissmässig polarisationsfreien Elektrolyten von gleichen Maassen, welcher Erfolg gerade mich bewog, den irreciproken Widerstand anzunehmen. Anstatt diese Versuche gänzlich mit Stillschweigen zu übergehen, hätte Mr. Gotch uns doch sagen sollen, wie es möglich sei, dass das homodrom durchströmte Organ, trotz seiner ungeheuren secundär-elektromotorischen Kraft im gleichen Sinne, schlechter leite als Muskel, vollends als physiologische Steinsalzlösung; wie es komme, dass es abgestorben, todtgesotten, wenn es keine Spur mehr von Polarisirbarkeit besitzt, besser leite als im leistungsfähigen Zustand, sogar besser als die Steinsalzlösung, wobei zugleich der Unterschied zwischen dem Widerstand in homodromer und in heterodromer Richtung verschwindet, welcher im leistungsfähigen Zustande vollauf reicht, um die Überlegenheit des homodromen Stromes zu erklären. Ich halte diese Versuche in ihrer Art für beweisender als Mr. Gotch's Beobachtung, zu welcher ich Folgendes bemerken möchte.

Ich habe an seinen Versuchsprotocollen auszusetzen, dass er anscheinend versäumt, den nothwendigen Gegenversuch anzustellen, nämlich an demselben unverändert aufliegenden Organpraeparat zu zeigen, dass wenn er den Galvanometerkreis geschlossen liess, wozu er nur S_3 auszuschalten brauchte, der homodrome Strom die ihm nach meiner Angabe zustehende Überlegenheit erhielt. Solche Gegenversuche sind in diesem Gebiet unerlässlich, da die Organpraeparate oft sehr launisch und vergänglich sind, wovon es in den von mir mitgetheilten Versuchsreihen,[1] vollends in meinen Tagebüchern an Beispielen nicht fehlt. Sie wären hier um so mehr am Platze gewesen, als Mr. Gotch geradezu erklärt, dass er die von mir angekündigte Überlegenheit des homodromen Stromes nie gesehen habe: »*no evidence was furnished by our experiments of there being in the conditions under which we worked any such remarkable difference between the apparent strength of the* (+) *and* (—) *induction currents*«.[2]

Hätte übrigens Mr. Gotch sich meine Versuchsreihen genauer angesehen, so wären ihm darunter einige aufgefallen, in denen die Schliessungszeit des polarisirenden Säulenstromes erheblich kleiner war, als die Zeit, während welcher er nach dem Inductionsschlage seinen Galvanometerkreis geschlossen liess, und in denen die Überlegenheit des homodromen Stromes dennoch auf das Deutlichste hervortritt. Dies sind (s. die obige Tabelle) die Reihe 9 aus der Ersten, und die Reihe auf S. 710 der Zweiten Mittheilung, in welchen die Schliessungs-

[1] II. S. 732.
[2] L. c. p. 531.

zeit nur 0.″0032 betrug, also fast 16 mal kleiner war als die 0.″05 betragende Schliessungszeit in Mr. Gotch's Versuchen; ferner die Reihe 3 aus der Ersten Mittheilung, in der die Schliessungszeit 0.″0063 betrug, also fast 8 mal weniger als bei Mr. Gotch. Fünf Reihen mit nur 0.″031 Schliessungszeit finden sich auf S. 734 der Zweiten Mittheilung. Wäre Mr. Gotch's Deutung meiner Versuche richtig, so hätte in diesen Reihen, besonders in denen mit nur 0.″0032 Schliessungszeit, kein Unterschied zwischen homodromem und heterodromem Strome sich kund geben können.

Kann ich vom Standpunkt der irreciproken Leitung Mr. Gotch's Versuchsergebniss nicht erklären, ohne in gewisser Hinsicht seine Richtigkeit in Zweifel zu ziehen, so findet sich Mr. Gotch mir gegenüber, wie ich glaube, in noch ungünstigerer Lage. Er hat nicht einmal die von mir beschriebene Erscheinung dargestellt; seine Ausstellung passt nicht auf mehrere meiner Versuchsreihen; er vermag auf seinem Standpunkt nicht die von ihm mit Stillschweigen übergangenen Versuche über den specifischen Widerstand des lebenden und todten Organs zu begreifen; endlich er hat sich offenbar die befremdliche Folgerung nicht vergegenwärtigt, zu welcher die Erklärung der Erscheinung durch Polarisation allein führt: die Nothwendigkeit in jedem Millimeter eines Organpraeparates unter Umständen eine secundär-elektromotorische Kraft von fast zwei Grove anzunehmen.

Fortgesetzte Versuche, zu welchen ich Mr. Gotch besten Erfolg wünsche, müssen lehren, auf welcher Seite die Wahrheit war.

Zur Entwickelung der Rachentonsille.

Von Dr. Schwabach
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Nachdem ich in einer früheren Arbeit (Arch. für mikroskop. Anatomie XXIX. Bd.) den Nachweis geführt hatte, dass eine *Bursa pharyngea* im Sinne Luschka's nicht existirt, dass dagegen in der Mehrzahl der Fälle an derjenigen Stelle, wo Luschka die Öffnung seiner *Bursa* beschreibt, am hinteren Ende der Rachentonsille, in der Medianlinie derselben, sich eine einfache, nirgends weit in die Tiefe reichende Schleimhauteinsenkung befinde, blieb noch die Frage zu erörtern, ob dieser Einsenkung überhaupt eine Bedeutung in anatomischer oder physiologischer Beziehung zukomme. Die Ansicht Luschka's, dass die sogenannte *Bursa pharyngea* in einem genetischen Zusammenhange mit dem embryonalen Hypophysengange, der Rathke'schen Tasche, stehe, den, wenn auch functionell bedeutungslosen, Rest derselben darstelle, ist schon von Dursy und Froriep als unrichtig nachgewiesen worden, und meine eigenen hierauf bezüglichen Untersuchungen führten zu demselben Ergebniss. Auf Grund weiterer Untersuchungen an einer grösseren Reihe menschlicher Embryonen konnte ich dagegen bezüglich der genetischen Bedeutung der kurz als »embryonaler *Recessus pharyngeus*« zu bezeichnenden Schleimhauteinsenkung constatiren, dass dieselbe nichts anderes darstellt, als die erste Anlage der Rachentonsille. Nachdem zuerst bei Embryonen von 6—7^{cm} Scheitelsteisslänge in der Medianlinie der Schleimhaut des *Fornix pharyngis*, da, wo dieselbe in die hintere Rachenwand übergeht, eine flache Einsenkung in Form eines Grübchens oder einer feinen Spalte aufgetreten ist, findet bei weiterem Wachsthum eine, in Folge des stärkeren Hervortretens der oberen Partie der hinteren Rachenwand noch besonders ausgeprägte, zuweilen recht beträchtliche Vertiefung derselben statt, die ihr Maximum bei Embryonen von 9—10^{cm} Scheitelsteisslänge erreicht. Von da an erfolgt eine stetige Abflachung und zwar in Folge der Ausdehnung des ursprünglich vorhandenen circumscripten Grübchens nach vorn in eine mehr oder weniger ausgeprägte Längsspalte. Die vordere Wand des Grübchens geht somit unmittelbar in die obere Wand der mittleren Spalte der Rachentonsille über, als

deren leicht vertieftes Ende sich schliesslich bei reifen Früchten bez. bei Kindern in den ersten Lebensmonaten die Einsenkung erweist. Etwas später als die mittlere Spalte gehen von dem embryonalen *Recessus* auch die seitlichen Spalten aus, sich theils bogenförmig nach vorn, theils radienförmig zu beiden Seiten gegen die seitliche Pharynxwand hinziehend. Inzwischen vollziehen sich in der Schleimhaut des Rachendaches, zunächst in der Umgebung der Einsenkung, histologische Veränderungen, welche auf die Entwickelung der die Rachentonsille constituirenden adenoiden Substanz hindeuten. Mit der Zunahme der bisher nur spärlichen Vascularisation zeigen sich in dem, zunächst noch den Charakter des embryonalen darbietenden Bindegewebe lymphkörperchenartige Zellen, die anfangs verstreut, bei weiterem Wachsthum des Embryo an Zahl stetig zunehmend, schliesslich eine dichte Infiltration bilden. Zugleich sieht man, dass das Bindegewebe der Schleimhaut seinem Aussehen nach sich mehr dem reticulären nähert, während das nach dem Basilarknorpel zu gelegene eine deutliche fibrilläre, lockige Beschaffenheit annimmt. Die Infiltration mit Leucocyten, anfangs in der Gegend der Einsenkung am dichtesten, breitet sich bei fortschreitender Entwickelung sowohl weiter nach vorn als auch lateralwärts aus und zwar immer entsprechend der weiter fortschreitenden Ausbildung der, an der Schleimhautoberfläche hervortretenden Spalten. Mit der zunehmenden Infiltration nimmt in ganz auffallender Weise auch die Zahl und Weite der Blutgefässe, namentlich der Venen zu, und es liegt der Gedanke nahe, dass zwischen diesen Vorgängen ein ursächlicher Zusammenhang bestehe, in der Weise, dass die Zunahme der Infiltration durch das Auswandern von weissen Blutkörperchen aus den Blutgefässen bedingt sei. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Rachentonsille stimmen in erfreulicher Weise mit dem überein, was Kölliker und Schmidt bei der Entwickelung der Gaumentonsille beobachtet haben, und da ich selbst diese Beobachtungen durch eigene Untersuchungen bestätigen konnte, so ergiebt sich hieraus, dass eine vollkommene Analogie in der Entwickelung dieser beiden Organe besteht. Hier wie dort tritt als erste Anlage eine spaltförmige Einbuchtung der Schleimhaut auf, von der mehrfache Verzweigungen ausgehen. Bei beiden Organen findet die Infiltration mit Leucocyten constant in der Umgebung der grubenförmigen Einsenkungen statt und zwar zunächst in der Umgebung der als erste Anlage sich zeigenden Einsenkung, und erst bei weiterem Fortschreiten der Entwickelung auch in der Umgebung der Verzweigungen derselben.

Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

Von L. Kronecker.

(Vorgetragen am 12. April [s. oben S. 427].)

(Fortsetzung.)

XXI. Im Anschluss an das Problem der Bildung allgemeiner complexer Zahlen $a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$ ist im art. I auf die Bildung von Fundamentalsystemen für irgend ein Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$ zurückgegangen worden. Solche complexe Zahlen reduciren sich für $a_1 = a_2 = \ldots = a_\nu = 0$ auf die gewöhnlichen Zahlen und schliessen diese also in sich. Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass eine gewisse Art von complexen Zahlen die gewöhnlichen Zahlen mit umfasse, kann so formulirt werden,

dass die Zahl *Eins* zu der Art gehöre oder durch eine der complexen Zahlen der Art darstellbar sei.

Sieht man von dieser Bedingung ab, so hat man für die complexen Zahlen die in den Rechnungssymbolen i homogene Form $a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\nu i_\nu$ und für $i_1, i_2, \ldots i_\nu$ Relationen:

$$i_h i_k - c_1^{(h,k)} i_1 - c_2^{(h,k)} i_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} i_\nu = 0 \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

anzunehmen. Die Aufgabe alle hierfür geeigneten Systeme von Coefficienten c zu finden, besteht nun offenbar darin,

in der allgemeinsten Weise $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ ganze Functionen

$$y_h y_k - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

von ν unbestimmten Variabeln $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ als Elemente eines Divisorensystems so zu bestimmen, dass jede ganze Function der ν Variabeln y, welche kein von denselben unabhängiges Glied enthält, einer einzigen linearen homogenen Function der ν Variabeln y congruent wird.

Die Lösung dieser Aufgabe ergiebt sich durch eine leichte Modification der im art. I enthaltenen Entwickelung, wenn man den Kreis der

dort *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ betrachteten Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ in gewisser Weise beschränkt.

Um dies näher darzulegen, knüpfe ich an den im §. 5 meiner Festschrift aufgestellten Begriff der »Art« oder »Species« ganzer algebraischer Grössen an. Nach der a. a. O. gegebenen Definition bildet die Gesammtheit aller ganzen ganzzahligen Functionen von

$$\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots \mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$$

eine besondere »Art« oder »Species«, wenn $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ unabhängige Variable und $\mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$ irgend welche ganze algebraische Functionen derselben bedeuten. Wenn nun $G', G'', G''', \ldots$ solche ganze ganzzahlige Functionen von $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots \mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$ sind, dass die Gleichungen:

$$G' = 0, \quad G'' = 0, \quad G''' = 0, \ldots$$

ein irreductibles, die Grössen $\mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$ vollständig definirendes Gleichungssystem bilden, so deckt sich die a. a. O. angewendete Betrachtung der Grössen $\mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$ als algebraischer Functionen der Variabeln $\mathfrak{R}$ vollständig mit der hier einzuführenden, wonach die Grössen

$$\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots \mathfrak{S}', \mathfrak{S}'', \mathfrak{S}''', \ldots$$

sämmtlich als unabhängige Variable aufgefasst, aber alle ganzen Functionen derselben nur *modulis* $G', G'', G''', \ldots$ betrachtet werden. Die Gesammtheit aller ganzen ganzzahligen Functionen der Variabeln $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{S}$ bilden also *modulis* $G', G'', G''', \ldots$ einen Artbereich.

Man kann nun ebenso für ein beliebiges Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$, welches von $n$ter Stufe ist, und dessen Elemente ganze Functionen der n Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ mit Coefficienten irgend eines bestimmten Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ sind, aus dem Gesammtbereich aller ganzen Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ einen Theilbereich aussondern und zu einem besondern »Artbereich« vereinigen. Sind nämlich:

$$\phi_1(x_1, x_2, \ldots x_n), \ \phi_2(x_1, x_2, \ldots x_n), \ \ldots \ \phi_\mu(x_1, x_2, \ldots x_n)$$

irgend welche ganze Functionen der Variabeln x, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, so bildet die Gesammtheit der ganzen Functionen von $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\mu$, deren Coefficienten dem Bereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, einen solchen Theilbereich (ϕ), der als Artbereich bezeichnet werden kann.

Ebenso wie im Gesammtbereich[1] lassen sich auch in jedem solchen Theilbereich (ϕ) ganze Functionen, und zwar in der kleinsten

[1] Vergl. art. I.

hinreichenden Anzahl, bestimmen, durch welche alle Functionen des Theilbereichs (ϕ) *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ ganz, linear und homogen mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''' \ldots)$ dargestellt werden können. Dies ist ferner auch dann möglich, wenn man sich auf diejenigen Functionen jenes Theilbereichs (ϕ) beschränkt, welche kein von $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\mu$ unabhängiges Glied enthalten.[1]

Bezeichnet man nun mit $\phi_1^0, \phi_2^0, \ldots \phi_\varrho^0$ Functionen des Theilbereichs (ϕ) in möglichst geringer Anzahl, durch welche sich alle jene besonderen Functionen desselben Theilbereichs ganz, linear und homogen *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ darstellen lassen, so bestehen $\frac{1}{2}\rho(\rho+1)$ Congruenzen:

$$\phi_h^0\phi_k^0 \equiv c_1^{(h,k)}\phi_1^0 + c_2^{(h,k)}\phi_2^0 + \ldots + c_\varrho^{(h,k)}\phi_\varrho^0 \,(\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots), \quad (h < k;\ h, k = 1, 2, \ldots \rho)$$

in welchen die Coefficienten c dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, aber es besteht keine Congruenz:

$$C_1\phi_1^0 + C_2\phi_2^0 + \ldots + C_\varrho\phi_\varrho^0 \equiv 0 \,(\text{modd.}\, M', M'', M''', \ldots),$$

in welcher die Coefficienten C von den Variabeln x unabhängig sind. Benutzt man, wie im art. I, die Coefficienten $c^{(h,k)}$ zur Bildung eines aus den $\frac{1}{2}\rho(\rho+1)$ Elementen:

$$y_h y_k - c_1^{(h,k)}y_1 - c_2^{(h,k)}y_2 - \ldots - c_\varrho^{(h,k)}y_\varrho \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \rho)$$

bestehenden Divisorensystems $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$, so erschliesst man genau ebenso wie im art. I, dass jede ganze Function der Variabeln y, deren Coefficienten dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, wenn sie kein von den Variabeln y unabhängiges Glied enthält, sich *modulis* $N_0', N_0'', N_0''', \ldots$ als ganze lineare homogene Function der ρ Variabeln y mit völlig bestimmten Coefficienten des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ darstellen lässt, und dass das Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ vom Range ρ ist.

Offenbar erhält man auf die angegebene Weise alle Systeme von Coefficienten c, welche zur Bildung complexer Zahlen $a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_\varrho i_\varrho$ geeignete Relationen:

$$i_h i_k - c_1^{(h,k)}i_1 - c_2^{(h,k)}i_2 - \ldots - c_\varrho^{(h,k)}i_\varrho = 0 \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \rho)$$

liefern. Man erhält diese alle sogar schon dann, wenn man für jene Functionen $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\mu$, von denen ausgegangen wurde, die n Variabeln x selbst nimmt.

XXII. Die im vorigen Abschnitte aus beliebigen Divisorensystemen $(M', M'', M''', \ldots)$ hergeleiteten Systeme von Coefficienten c und die

[1] Die Möglichkeit der Bildung von »Fundamentalsystemen« auch für solche Theilbereiche soll an einer andern Stelle (in art. XXVII und XXVIII) näher nachgewiesen werden.

mittels derselben gebildeten Divisorensysteme $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ sind als speciellere unter denjenigen des art. I enthalten. Diese specielleren Systeme $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ sind nämlich dadurch charakterisirt, dass alle Coefficienten $c_0^{(h,k)}$ gleich Null sind.

Hierzu möge beiläufig bemerkt werden, dass auch in den im art. I hergeleiteten allgemeinen Systemen von Coefficienten c mit Hülfe linearer Transformationen der Variabeln y stets gewisse von den Coefficienten $c_0^{(h,k)}$ weggeschafft werden können, nämlich alle diejenigen, bei welchen $h < k$ ist.

Denn, wenn bei festem h irgend einer der Coefficienten:

$$c_0^{(h,k)} \qquad (k = h,\ h+1,\ h+2, \ldots \nu)$$

von Null verschieden ist, so kann man durch die Transformation $y_h' = y_h + ty_k$, bei geeigneter Bestimmung von t, bewirken, dass $c_0^{(h,h)} \gtrless 0$ wird. Alsdann aber wird offenbar durch die Transformation:

$$y_k' = c_0^{(h,h)} y_k - c_0^{(h,k)} y_h \qquad (k = h+1,\ h+2, \ldots \nu)$$

jeder von den Coefficienten $c_0^{(h,k)}$ weggeschafft, bei welchem $h < k$ ist.

Hiernach können die allgemeinen Systeme:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

stets so angenommen werden, dass darin für alle Werthepaare h, k, für welche $h < k$ ist, und ausserdem für $h = k > \lambda$:

$$c_0^{(h,k)} = 0$$

wird. Jene besonderen Systeme, für welche alle Coefficienten c_0 gleich Null sind, werden alsdann durch den Werth $\lambda = 0$ charakterisirt.

XXIII. Die specielleren Divisorensysteme $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ sind von der Ordnung $\rho + 1$, da zur linearen Darstellung aller ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\rho$ die Elemente:

$$1, y_1, y_2, \ldots y_\rho$$

nothwendig und ausreichend sind. Ersetzt man von nun ab wieder den Buchstaben ρ durch ν, so kann ein Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ als ein specialisirtes System $(N', N'', N''', \ldots)$ sowohl, wie oben, durch die Gleichungen:

$$c_0^{(h,k)} = 0 \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

als auch durch die Congruenz:

$$(N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \equiv 0 \ (\text{modd.}\, y_1, y_2, \ldots y_\nu)$$

charakterisirt werden, d. h. also dadurch, dass das Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ das Divisorensystem $(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, welches ebenfalls vom Range ν ist, enthält. Da der Voraussetzung nach jedes der Divisorensysteme $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ von der Ordnung $\nu + 1$ ist, so

kann keines derselben mit dem Divisorensystem $(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$, dessen Ordnungszahl offenbar gleich *Eins* ist, identisch sein; keines der Divisorensysteme $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ ist also ein Primmodulsystem.

Diejenigen ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$, bei denen kein von den Variabeln y unabhängiges Glied vorkommt, welche also das Divisorensystem $(y_1, y_2, \ldots y_\nu)$ enthalten, bilden für sich eine Gruppe in dem Sinne, dass sowohl die Addition als auch die Multiplication von zwei Functionen der Gruppe wiederum eine Function der Gruppe ergiebt.[1] Alle diese Functionen sind nach dem Modulsystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ linearen homogenen Functionen der ν Variabeln y congruent. Sind nun $u_1, u_2, \ldots u_\nu$ »unbestimmte« Variable, und bildet man die ν Functionen:

$$(u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_\nu y_\nu) y_k \qquad (k = 1, 2, \ldots \nu),$$

so kann man an deren Stelle im Sinne der Congruenz *modulis* $N_0', N_0'', N_0''', \ldots$, die linearen homogenen Functionen:

$$\sum_{h,i} u_h c_i^{(h,k)} y_i \qquad (h, i, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

nehmen. Der Rang dieses Systems linearer Functionen ist nichts Anderes als derjenige, welcher sich ergiebt, wenn man das Functionensystem als Divisorensystem auffasst.[2] Dieser Rang kann gleich ν sein, er kann aber auch kleiner als ν, ja selbst gleich Null sein. Das letztere ist der Fall, wenn sämmtliche Coefficienten $c_i^{(h,k)}$ gleich Null sind, wenn also das Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu+1)$ Elementen:

$$y_h y_k \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

besteht.[3] Der Rang des Systems der ν linearen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$:

$$\text{(F)} \qquad \sum_{h,i} u_h c_i^{(h,k)} y_i \qquad (h, i, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

hat den höchsten Werth ν, wenn die Determinante:

$$\left| \sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)} \right| \qquad (i, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

von Null verschieden ist. Die nothwendige und hinreichende Bedingung für den höchsten Rang des Systems (F) kann aber auch

[1] Vergl. art. XXVIII.

[2] Vergl. §. 5 meiner Abhandlung »Näherungsweise ganzzahlige Auflösung linearer Gleichungen« im Sitzungsbericht von 1884 S. 1192.

[3] Nimmt man dieses Divisorensystem im art. I an Stelle desjenigen, welches dort mit $(N', N'', N''', \ldots)$ bezeichnet ist, so erhält man die von Hrn. Weierstrass auf S. 413 der Göttinger Nachrichten von 1884 als Beispiel des Hrn. Stephanos angeführte Art complexer Zahlen.

dadurch ausgedrückt werden, dass ein System von ν rationalen Functionen der Coefficienten c:

$$\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_\nu$$

existirt, für welches die Congruenz:

$$\text{(G)} \qquad \sum_k \gamma_k y_k \sum_k u_k y_k \equiv \sum_k u_k y_k \ (\text{modd. } N'_0, N''_0, N'''_0, \dots) \qquad (k = 1, 2, \dots \nu)$$

stattfindet.

Um die Aequivalenz der beiden angegebenen Bedingungen darzuthun, bemerke ich zuvörderst, dass, unter der Voraussetzung:

$$\text{(H)} \qquad \left| \sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)} \right| \gtrless 0 \qquad (i, k = 1, 2, \dots \nu),$$

sich die Coefficienten γ in der Congruenz (G), welche auch so dargestellt werden kann:

$$\sum_{h,i,k} \gamma_k u_h c_i^{(h,k)} y_i - \sum_k u_k y_k \ (\text{modd. } N'_0, N''_0, N'''_0, \dots) \qquad (h, i, k = 1, 2, \dots \nu),$$

aus den ν linearen Gleichungen:

$$\sum_{h,k} \gamma_k u_h c_i^{(h,k)} = u_i \qquad (h, i, k = 1, 2, \dots \nu)$$

eindeutig als rationale Functionen der Grössen u und c bestimmen. Ersetzt man hier die Unbestimmten u durch andere Unbestimmte u' und bezeichnet mit γ' die durch die linearen Gleichungen:

$$\sum_{h,k} \gamma'_k u'_h c_i^{(h,k)} = u'_i \qquad (h, i, k = 1, 2, \dots \nu)$$

definirten rationalen Functionen der Grössen u' und c, so genügen die Grössen γ, γ' für das Modulsystem $(N'_0, N''_0, N'''_0, \dots)$ den beiden Congruenzen:

$$\text{(K)} \qquad \begin{aligned} &\Big(\sum_k \gamma_k y_k \sum_k u'_k y_k - \sum_k u'_k y_k\Big) \sum_k u_k y_k \equiv 0 \qquad (k = 1, 2, \dots \nu), \\ &\Big(\sum_k \gamma'_k y_k \sum_k u'_k y_k - \sum_k u'_k y_k\Big) \sum_k u_k y_k \equiv 0 \qquad (k = 1, 2, \dots \nu). \end{aligned}$$

Bestimmt man nun je ν Grössen v und v' mittels der *modulis* $N'_0, N''_0, N'''_0, \dots$ zu nehmenden Congruenzen:

$$\text{(K')} \quad \sum_k \gamma_k y_k \sum_k u'_k y_k = \sum_k (u'_k + v_k) y_k, \ \sum_k \gamma'_k y_k \sum_k u'_k y_k = \sum_k (u'_k + v'_k) y_k \quad (k = 1, 2, \dots \nu),$$

so muss vermöge der Congruenzen (K) für dasselbe Modulsystem $(N'_0, N''_0, N'''_0, \dots)$:

$$\sum_k u_k y_k \sum_k v_k y_k \equiv 0, \ \sum_k u_k y_k \sum_k v'_k y_k \equiv 0 \qquad (k = 1, 2, \dots \nu)$$

sein. Nun folgen aus einer für das Modulsystem $(N'_0, N''_0, N'''_0, \dots)$ bestehenden Congruenz:

$$\sum_k u_k y_k \sum_k v_k y_k \equiv 0 \qquad (k = 1, 2, \dots \nu),$$

oder:

$$\sum_{h,i,k} u_h c_i^{(h,k)} v_k y_i = 0 \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu),$$

die ν Gleichungen:

$$\sum_{h,k} u_h c_i^{(h,k)} v_k = 0 \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu),$$

welche wegen der Voraussetzung:

$$\left| \sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)} \right| \gtrless 0 \qquad (i,k=1,2,\ldots\nu)$$

erfordern, dass die sämmtlichen ν Grössen v gleich Null sein müssen. Aus den Congruenzen (K′) ergiebt sich daher die folgende:

$$\sum_k \gamma_k y_k \sum_k u_k' y_k \equiv \sum_k \gamma_k' y_k \sum_k u_k' y_k \;(\text{modd. } N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \qquad (k=1,2,\ldots\nu),$$

und hieraus resultirt die Congruenz:

$$\sum_{h,i,k} (\gamma_k - \gamma_k') u_h' c_i^{(h,k)} y_i \equiv 0 \;(\text{modd. } N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu),$$

welche die ν Gleichungen:

$$\sum_{h,k} (\gamma_k - \gamma_k') u_h' c_i^{(h,k)} = 0 \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu)$$

nach sich zieht. Aus diesen Gleichungen geht endlich mit Berücksichtigung der Voraussetzung (H) hervor, dass:

$$\gamma_k = \gamma_k' \qquad (k=1,2,\ldots\nu)$$

sein muss, d. h. dass die ν Grössen γ von den unbestimmten Variabeln u unabhängig, also in der That, wie bewiesen werden sollte, rationale Functionen der Grössen c allein sind.

Um nun zweitens aus dem Bestehen der Congruenz (G) die Ungleichheit:

$$\left| \sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)} \right| \gtrless 0 \qquad (i,k=1,2,\ldots\nu)$$

zu folgern, braucht man nur an Stelle der Unbestimmten u_h die Grössen γ_h zu setzen. Da nämlich aus der Congruenz (G) die ν Congruenzen:

$$y_k \sum_h \gamma_h y_h \equiv y_k \;(\text{modd. } N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \qquad (h,k=1,2,\ldots\nu),$$

oder:

$$\sum_{h,i} \gamma_h c_i^{(h,k)} y_i \equiv y_k \;(\text{modd. } N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu)$$

hervorgehen und hieraus die Gleichungen:

$$\sum_h \gamma_h c_i^{(h,k)} = \delta_{ik} \qquad (h,i,k=1,2,\ldots\nu)$$

resultiren, so zeigt sich, dass:

$$\left| \sum_{h=1}^{h=\nu} \gamma_h c_i^{(h,k)} \right| = 1 \qquad (i,k=1,2,\ldots\nu)$$

ist, dass also die Determinante:

$$\left|\sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)}\right| \qquad (i,k=1,2,\ldots\nu)$$

sich für $u_1=\gamma_1, u_2=\gamma_2, \ldots u_\nu=\gamma_\nu$ auf den Werth *Eins* reducirt.

Da man jene lineare Function $\gamma_1 y_1+\gamma_2 y_2+\ldots+\gamma_\nu y_\nu$ an Stelle einer der Variabeln y einführen kann, so ist es auf Grund der vorstehenden Entwickelungen offenbar zulässig, ein Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$, bei welchem die Determinante:

$$\left|\sum_{h=1}^{h=\nu} u_h c_i^{(h,k)}\right| \gtrless 0 \qquad (i,k=1,2,\ldots\nu)$$

ist, so anzunehmen, dass:

$$y_h y_\nu \equiv y_h \;(\text{modd. } N_0', N_0'', N_0''', \ldots) \qquad (h=1,2,\ldots\nu),$$

also:

$$c_i^{(h,\nu)}=\delta_{hi} \qquad (h,i=1,2,\ldots\nu)$$

ist. Alsdann besteht das Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu-1)$ Elementen:

$$y_h y_k - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h\leqq k;\, h,k=1,2,\ldots\nu-1)$$

und den ν Elementen:

$$y_h y_\nu - y_h \qquad (h=1,2,\ldots\nu).$$

Zieht man nun einzig und allein diejenigen ganzen Functionen $y_1 . y_2, \ldots y_\nu$ in den Kreis der Betrachtung, welche sich für das Divisorensystem $(N_0', N_0'', N_0''', \ldots)$ als homogene lineare Functionen darstellen lassen, so kann man $y_\nu=1$ setzen und demnach die letzten ν Elemente des Divisorensystems wegfallen lassen. Es bleibt dann das aus den $\frac{1}{2}\nu(\nu-1)$ Elementen:

$$y_h y_k - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_{\nu-1}^{(h,k)} y_{\nu-1} - c_\nu^{(h,k)} \qquad (h\leqq k;\, h,k=1,2,\ldots\nu-1)$$

bestehende Divisorensystem zurück, für welches alle ganzen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_{\nu-1}$ sich als lineare, im Allgemeinen nicht homogene Functionen darstellen lassen. Ein solches Divisorensystem von der Ordnung ν hat also den allgemeinen Charakter der schon im art. I eingeführten Systeme $(N', N'', N''', \ldots)$ von der Ordnung $\nu+1$, und die zugehörigen Coefficientensysteme:

$$c_1^{(h,k)},\; c_2^{(h,k)},\; \ldots\; c_\nu^{(h,k)} \qquad (h\leqq k;\; h,k=1,2,\ldots\nu)$$

bestimmen die $\frac{1}{2}\nu(\nu-1)$ Gleichungen:

$$i_h i_k = c_1^{(h,k)} i_1 + c_2^{(h,k)} i_2 + \ldots + c_{\nu-1}^{(h,k)} i_{\nu-1} + c_\nu^{(h,k)} \qquad (h\leqq k;\; h,k=1,2,\ldots\nu)$$

für eine Art complexer Zahlen:

$$a_1 i_1 + a_2 i_2 + \ldots + a_{\nu-1} i_{\nu-1} + a_\nu,$$

unter denen die gewöhnlichen Zahlen mit begriffen sind.

Da sich hiermit gezeigt hat, dass die speciellen Divisorensysteme $(N'_0, N''_0, N'''_0, \ldots)$, bei denen alle Coefficienten $c_0^{(h,k)}$ gleich Null sind, ihre Besonderheit ganz verlieren, wenn deren Discussion einerseits durch Ausschliessung der nicht homogenen linearen Functionen der Variabeln y und andererseits durch jene Voraussetzung (H) beschränkt wird, so kann man von einer in dieser Weise beschränkten Behandlung der Divisorensysteme $(N'_0, N''_0, N'''_0, \ldots)$ absehen. In der schon oben citirten Weierstrass'schen Untersuchung über allgemeine complexe Zahlen werden gleich Anfangs die hier angegebenen Beschränkungen eingeführt, indem einerseits nur homogene lineare Functionen der Rechnungssymbole und andererseits nur solche Systeme von Coefficienten $c_i^{(h,k)}$ zugelassen werden, bei welchen die obige Voraussetzung (H) erfüllt ist. Sie konnte desshalb sachlich nichts Anderes ergeben, als was aus der Behandlung der allgemeinen Divisorensysteme $(N'_0, N''_0, N'''_0, \ldots)$ für die Theorie der allgemeinen, die gewönlichen Zahlen einschliessenden complexen Zahlen in der Weise, wie es im art. I dargelegt worden ist, resultirt. In der That braucht man nur die auf S. 399 und S. 414 der Göttinger Nachrichten von 1884 mit e_0 bezeichnete lineare homogene Function der Rechnungssymbole $e_1, e_2, \ldots e_n$[1] an Stelle eines derselben, z. B. an Stelle von e_n, einzuführen, um die dortigen complexen Zahlen:

$$a_1 e_1 + a_2 e_2 + \ldots + a_n e_n$$

in der Form:

$$b_0 e_0 + b_1 e_1 + \ldots + b_{n-1} e_{n-1}$$

zu erhalten, oder also, da $e_0 e_k = e_k$ ist, in der Form:

$$e_0(b_0 + b_1 e_1 + \ldots + b_{n-1} e_{n-1}),$$

in welcher das (wegen der Bedingung $e_0^2 = e_0$) durchweg als einfacher Factor auftretende Rechnungssymbol e_0 offenbar weggelassen werden kann.

In der Weierstrass'schen Untersuchung werden also in Wahrheit, wie oben im art. I, complexe Zahlen, welche die gewöhnlichen Zahlen einschliessen, behandelt.[2] Aber es werden von den verschiedenen Arten solcher Zahlen alle diejenigen ausgeschlossen, welche aus Divisorensystemen herzuleiten sind, deren Discriminante gleich Null ist.

---

[1] Die Rechnungssymbole $e_1, e_2, \ldots$ werden von Grassmann in seiner Ausdehnungslehre als »Einheiten«, von Hrn. Weierstrass a. a O. als »Haupteinheiten« bezeichnet. Der Function e_0 entspricht in den hier gebrauchten Bezeichnungen die lineare Function $\gamma_1 y_1 + \gamma_2 y_2 + \ldots + \gamma_\nu y_\nu$, *modulis* $N', N'', N''', \ldots$ betrachtet, oder, wenn man die obigen Rechnungssymbole $i_1, i_2, \ldots i_\nu$ benutzt, die complexe Zahl $\gamma_1 i_1 + \gamma_2 i_2 + \ldots + \gamma_\nu i_\nu$.

[2] Vergl. die bezügliche Bemerkung des Hrn. Petersen S. 492 der Göttinger Nachrichten von 1887.

Diese Divisorensysteme erscheinen zwar in gewissem Sinne als »singuläre«, und bei einem einfachen Modul, der also eine ganze Function einer Variabeln x ist, wird auch die Anzahl der willkürlichen Coefficienten, wenn der Grad fixirt wird, um eine Einheit verringert; aber bei anderen Betrachtungsweisen tritt das »Singuläre« der bezeichneten Divisorensysteme zurück, und das Verhältniss ihrer Anzahl zu derjenigen der übrigen Divisorensysteme wird bei anderen Zählungsweisen vergrössert.

XXIV. Der Übergang von einem Divisorensysteme, dessen Elemente $M', M'', M''', \dots$ ganze Functionen der Variabeln x sind, zu einem anderen, dessen Elemente $N', N'', N''', \dots$ ganze Functionen der Variabeln y sind, ist im art. I an die Aufgabe der Bildung allgemeiner complexer Zahlen geknüpft worden. Aber dieser Übergang erweist sich auch von Bedeutung für die Theorie der Divisorensysteme selbst, wenn man, wie es nunmehr geschehen soll, die Transformation der Modulsysteme principiell in die Theorie derselben hineinzieht.

Es seien $M', M'', M''', \dots$ ganze Functionen der Variabeln $x_1, x_2, \dots x_n$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$; es seien ferner $\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \dots$ ganze Functionen der Variabeln $\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \dots \mathfrak{x}_n$, deren Coefficienten ebenfalls dem Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$ angehören. Alsdann sollen die beiden Divisorensysteme

$$(M', M'', M''', \dots), \quad (\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \dots)$$

als »zu derselben Classe gehörig« bezeichnet werden, wenn bei einer Transformation:

$$x_k = \mathfrak{F}_k(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \dots \mathfrak{x}_n) \qquad (k = 1, 2, \dots n),$$

bei welcher $\mathfrak{F}_1, \mathfrak{F}_2, \dots \mathfrak{F}_n$ ganze Functionen der Variabeln $\mathfrak{x}$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$ bedeuten, das erste Divisorensystem durch das zweite theilbar wird, und wenn zugleich dieses zweite Divisorensystem durch eine Substitution:

$$\mathfrak{x}_\mathfrak{k} = F_\mathfrak{k}(x_1, x_2, \dots x_n) \qquad (\mathfrak{k} = 1, 2, \dots n),$$

bei welcher $F_1, F_2, \dots F_n$ ganze Functionen der Variabeln x mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \dots)$ sind, in ein das erste Divisorensystem $(M', M'', M''', \dots)$ enthaltendes System von Functionen der Variabeln x übergeht.

Diese Bedingungen für die Zusammengehörigkeit in eine Classe, welche offenbar durch die beiden Congruenzen:

$$(\mathrm{L}) \quad \begin{cases} (M', M'', M''', \dots) \equiv 0 \left(\mathrm{modd.}\ \mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \dots x_k - \mathfrak{F}_k(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \dots \mathfrak{x}_n), \dots\right) & (k = 1, 2, \dots n) \\ (\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \dots) \equiv 0 \left(\mathrm{modd.}\ M', M'', M''', \dots \mathfrak{x}_\mathfrak{k} - F_\mathfrak{k}(x_1, x_2, \dots x_n), \dots\right) & (\mathfrak{k} = 1, 2, \dots n) \end{cases}$$

dargestellt werden können, sollen aber hier nur für die in diesem Aufsatze ausschliesslich behandelten Modulsysteme relativ höchster Stufe benutzt werden, da sie für Modulsysteme niedrigerer Stufe zu eng gefasst sind.

Die Möglichkeit der Entscheidung, ob zwei Modulsysteme in eine und dieselbe Classe gehören oder nicht, erhellt daraus, dass von den zu suchenden Functionen:

$$\mathfrak{F}_k(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_n),\ F_{\mathfrak{k}}(x_1, x_2, \ldots x_n) \qquad \begin{pmatrix} k = 1, 2, \ldots n \\ \mathfrak{k} = 1, 2, \ldots \mathfrak{n} \end{pmatrix}$$

die einen als lineare Functionen der Elemente des Fundamentalsystems *modulis* $\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \ldots$, die anderen als lineare Functionen der Elemente des Fundamentalsystems *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ angenommen werden können, und dass deren Coefficienten sich dann als Wurzeln algebraischer Gleichungen bestimmen. Ob solche Wurzeln einem gegebenen Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, lässt sich auf verschiedene Weise ermitteln, z. B. so, wie ich es im §. 4 (Absatz 3) meiner Festschrift dargelegt habe.

Wendet man die hier eingeführte Classeneintheilung auf einfache Moduln $M(x)$, $\mathfrak{M}(\mathfrak{x})$ an und setzt diese als irreductibel voraus, so ersieht man unmittelbar, dass bei zwei Functionen derselben Classe jedem Linearfactor der einen ein zu derselben Gattung algebraischer Grössen gehöriger Linearfactor der anderen entspricht.

Es soll nun gezeigt werden, dass die Modulsysteme $(M', M'', M''', \ldots)$ und $(N', N'', N''' \ldots)$, welche im art. I behandelt worden sind, zu einer und derselben Classe gehören. In der That geht zuvörderst aus der Congruenz (B) des art. I hervor, dass die eine der Bedingungen (L) erfüllt ist, nämlich dass jedes der mit N bezeichneten Elemente des zweiten Divisorensystems:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

das Divisorensystem:

$$\text{(M)} \qquad (M', M'', M''', \ldots y_1 - f_1, y_2 - f_2, \ldots y_\nu - f_\nu)$$

enthält, in welchem $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ bedeuten. Da ferner $1, f_1, f_2, \ldots f_\nu$ die Elemente eines Fundamentalsystems im Sinne der Congruenz *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ bilden und also die Variabeln x selbst sich *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ als lineare Functionen von $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ darstellen lassen, so sei:

$$\text{(M}'\text{)} \qquad x_h \equiv \sum_k a_{hk} f_k \ (\text{modd. } M', M'', M''', \ldots) \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots n \\ k = 0, 1, \ldots \nu \end{pmatrix},$$

wo $f_0 = 1$ zu setzen ist. Alsdann zeigt sich die andere der Bedingungen (L) in der Weise erfüllt, dass jede der Functionen M das Divisorensystem:

$$\text{(N)} \quad (N', N'', N''', \ldots x_1 - \sum_k a_{1k} y_k, \; x_2 - \sum_k a_{2k} y_k, \ldots x_n - \sum_k a_{nk} y_k)$$
$$(k = 0, 1, 2, \ldots \nu; \; y_0 = 1)$$

enthält. Dass dies wirklich der Fall ist, kann in folgender Weise dargethan werden. Die mit M bezeichnete ganze Function von $x_1, x_2, \ldots x_n$ ist für das zuletzt angegebene Modulsystem (N) als lineare Function von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ in der Form:

$$C_0 + C_1 y_1 + C_2 y_2 + \ldots + C_\nu y_\nu$$

darstellbar, und es besteht also die Congruenz:

$$\text{(O)} \quad M(x_1, x_2, \ldots x_n) \equiv C_0 + C_1 y_1 + C_2 y_2 + \ldots + C_\nu y_\nu \left(\text{mod. } (N)\right).$$

Werden nun hierin die Elemente $N', N'', N''', \ldots$ des mit (N) bezeichneten Modulsystems durch das mit (M) bezeichnete Modulsystem ersetzt, welches, wie sich eben gezeigt hat, in jenem enthalten ist, so geht die Congruenz (O) in folgende über:

$$C_0 + C_1 f_1 + C_2 f_2 + \ldots + C_\nu f_\nu \equiv 0,$$

welche für das Modulsystem:

$$M', M'', M''', \ldots; \; \ldots x_h - \sum_k a_{h,k} y_k, \ldots; \; \ldots y_k - f_k, \ldots$$
$$(h = 1, 2, \ldots n; \; k = 0, 1, \ldots \nu)$$

gilt. Dieselbe Congruenz muss aber auch für das Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$ allein gelten; denn von den übrigen Elementen:

$$x_h - \sum_k a_{h,k} y_k, \; y_k - f_k \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots n \\ k = 0, 1, \ldots \nu \end{pmatrix}$$

können zuvörderst die ersteren wegen der obigen Congruenz (M′) weggelassen werden und alsdann die letzteren deshalb, weil die Variabeln y in der Congruenz nicht vorkommen. Aus der Congruenz:

$$C_0 + C_1 f_1 + C_2 f_2 + \ldots + C_\nu f_\nu \equiv 0 \; (\text{modd. } M', M'', M''', \ldots)$$

folgt aber, dass alle Constanten C gleich Null sein müssen, da zwischen den Elementen des Fundamentalsystems keine lineare Relation *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ bestehen kann; die Congruenz (O) geht demnach in eben diejenige Congruenz:

$$M(x_1, x_2, \ldots x_n) \equiv 0 \; \left(\text{mod. } (N)\right)$$

über, welche nachgewiesen werden sollte.

Die vorstehende Entwickelung, in welcher übrigens wie im art. IV vorausgesetzt ist, dass die Coefficienten der Functionen M und N einem bestimmten Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ angehören, zeigt nun,

> dass jede Classe von Divisorensystemen relativ höchster Stufe durch ein System $(N', N'', N''', \ldots)$ repraesentirt werden

> kann, für welches die Variabeln selbst, mit Hinzunahme der Zahl *Eins*, ein Fundamentalsystem bilden, so dass jede ganze Function der Variabeln einer linearen Function derselben congruent wird.

Ferner lässt sich das Resultat der im art. XVI enthaltenen Darlegung nunmehr einfach dahin formuliren,

> dass jede Classe von Divisorensystemen relativ höchster Stufe, deren Discriminante von Null verschieden ist, durch eine Function einer Variabeln, also durch einen einfachen Modul repraesentirt werden kann.

Sowohl in diesem vorliegenden Aufsatze als in früheren Arbeiten war mein Augenmerk hauptsächlich darauf gerichtet, zu zeigen, dass Congruenzen für Modulsysteme mit beliebig vielen Elementen ebenso leicht zu benutzen und ebenso einfach zu behandeln sind, wie in dem speciellen Falle, wo der Modul eine einzige Function einer Variabeln ist. Ich möchte deshalb der im art. XVI enthaltenen und hier citirten Reduction auf einen einfachen Modul, zumal sie nicht immer möglich ist, keinen besonderen Werth beimessen und im Gegentheil jene ausnahmslos zulässige Repraesentation einer Classe von Divisorensystemen durch ein System $(N', N'', N''', \ldots)$, obgleich dabei im Allgemeinen die Anzahl der Elemente vergrössert wird, als die »normale« ansehen und das System $(N', N'', N''', \ldots)$ selbst auch wohl als ein »normales« bezeichnen.

XXV. An die im vorigen Abschnitte dargelegte Eintheilung der Divisorensysteme in »Classen« schliesst sich in natürlicher Weise die Entwickelung derjenigen Beziehungen zweier Classen an, vermöge deren die eine als »unter der anderen enthalten« anzusehen ist.

Wenn nämlich nur die erstere von den beiden Congruenzen (L) stattfindet, wenn also nur das erstere Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$ mittels einer Substitution:

$$x_k = \mathfrak{F}_k(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_n) \qquad (k=1, 2, \ldots n)$$

in ein Divisorensystem von Functionen der Variabeln $\mathfrak{x}$ transformirt werden kann, welches das Divisorensystem $(\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'', \mathfrak{M}''', \ldots)$ enthält, so soll die durch $(\mathfrak{M}', \mathfrak{M}'' \mathfrak{M}''', \ldots)$ repraesentirte Classe als »unter der durch $(M', M'', M''', \ldots)$ repraesentirten Classe enthalten« bezeichnet werden.

Diese Ausdrucks- und Bezeichnungsweise ist derjenigen genau nachgebildet, welche Gauss in die Theorie der Formen eingeführt hat. Man kann sich auch den Gauss'schen Begriffsbestimmungen noch näher anschliessen, indem man den Begriff der Classe selbst, sowie denjenigen des Enthaltenseins enger fasst und durchweg — also

in den Divisorensystemen, Transformationen und Congruenzen — nur solche ganze Functionen der Variabeln zulässt, bei denen die Coefficienten ganze Grössen des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ sind. Dabei kann, wie im §. 8 meiner Festschrift und oben im art. IV, vorausgesetzt werden, dass alle ganzen Grössen des angegebenen Bereichs sich als ganze ganzzahlige Functionen der Elemente $\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots$ darstellen lassen.

Bei dieser engeren Begriffsbestimmung ergiebt sich eine genaue Beziehung der Classeneintheilung zu der im §. 5 meiner Festschrift dargelegten Eintheilung der ganzen algebraischen Grössen in verschiedene »Arten«, bei der weiteren tritt die Classeneintheilung in Beziehung zu der im §. 2 derselben Schrift enthaltenen Eintheilung in »Gattungen«

Um dies an einfachen Beispielen zu zeigen, sei zuvörderst:

$$M(x) = x^2 + 3\,,\quad \mathfrak{M}(\mathfrak{x}) = \mathfrak{x}^2 + \mathfrak{x} + 1\,,$$

und also, da $x^2 + 3 = 4(\mathfrak{x}^2 + \mathfrak{x} + 1) + (x + 2\mathfrak{x} + 1)\,(x - 2\mathfrak{x} - 1)$ ist:

$$M(x) \equiv 0 \left(\text{modd.}\, \mathfrak{M}(\mathfrak{x}),\; x - 2\mathfrak{x} - 1\right).$$

Die durch $M(x)$ repraesentirte Classe enthält also diejenige, welche durch $\mathfrak{M}(\mathfrak{x})$ repraesentirt wird, und andererseits enthält die durch die Gleichung $\mathfrak{M}(\mathfrak{x}) = 0$ definirte »Hauptart« ganzer algebraischer Zahlen diejenige unter sich, welche durch die Gleichung $M(x) = 0$ bestimmt wird. Beide »Arten« von algebraischen Zahlen bilden aber dieselbe »Gattung«, und bei der weiteren Begriffsbestimmung der »Classen« gehören auch $M(x)$ und $\mathfrak{M}(\mathfrak{x})$ in dieselbe Classe, weil, wenn man auch gebrochene Zahlen zulässt, die Gleichung:

$$\mathfrak{x}^2 + \mathfrak{x} + 1 = \tfrac{1}{4}(x^2 + 3) + \left(\mathfrak{x} + \tfrac{1}{2}(x + 1)\right)\,\left(\mathfrak{x} - \tfrac{1}{2}(x - 1)\right)$$

als Congruenz:

$$\mathfrak{M}(\mathfrak{x}) \equiv 0 \left(\text{modd.}\, M(x)\,,\; \mathfrak{x} - \tfrac{1}{2}(x - 1)\right)$$

dargestellt werden kann.

Wird nun ferner:

$$M(x) = x^2 + x - 1\,,\quad \mathfrak{M}(\mathfrak{x}) = \mathfrak{x}^4 + \mathfrak{x}^3 + \mathfrak{x}^2 + \mathfrak{x} + 1$$

gesetzt, so kommt:

$$M(x) = (\mathfrak{x}^4 - \mathfrak{x}^3 + 2\mathfrak{x} - 1)\,\mathfrak{M}(\mathfrak{x}) + (x + \mathfrak{x}^4 + \mathfrak{x} + 1)\,(x - \mathfrak{x} - \mathfrak{x}^4).$$

Es besteht daher die Congruenz:

$$M(x) \equiv 0 \left(\text{modd.}\, \mathfrak{M}(\mathfrak{x})\,,\; x - \mathfrak{x} - \mathfrak{x}^4\right)$$

in der Weise, dass auch im engeren Sinne des Wortes die Classe $\mathfrak{M}(\mathfrak{x})$ unter der Classe $M(x)$ enthalten ist, während andererseits die durch

die Gleichung $M(x) = 0$ definirte Gattung algebraischer Zahlen unter derjenigen enthalten ist, welche durch die Gleichung $\mathfrak{M}(\mathfrak{x}) = 0$ bestimmt wird.

Endlich möge noch in einem allgemeineren Falle die enge Beziehung dargelegt werden, welche zwischen der Eintheilung der algebraischen Functionen in Gattungen und derjenigen der Functionensysteme in Classen besteht.

Hr. Kneser hat im §. 12 seiner Abhandlung »Arithmetische Begründung einiger algebraischen Fundamentalsätze« zum ersten Male jenen bekannten und vielfach angewandten Satz, »dass der durch Adjunction zweier Irrationalitäten ξ und η definirte Rationalitätsbereich mit dem durch Adjunction der linearen Verbindung $u\xi + v\eta$ definirten identisch ist«, arithmetisch formulirt und bewiesen.[1] Er geht dabei von zwei im Rationalitätsbereich $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ irreductibeln ganzen Functionen $F(x)$, $G(y)$ aus, bezeichnet mit ξ eine Wurzel von $F(x) = 0$, mit η eine Wurzel von $G(y) = 0$ und mit $G'(y, x)$ einen *modulo* $F(x)$ irreductibeln Factor von $G(y)$. Alsdann wird gezeigt, dass es ganze Functionen $F'(x, y)$, $H(z)$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ giebt, für welche — nach der hier eingeführten Ausdrucksweise — die beiden einander aequivalenten Modulsysteme:

$$\big(F(x),\, G'(y, x)\big),\ \big(F'(x, y),\, G(y)\big)$$

und der einfache Modul $H(z)$ prim sind und mittels der Transformationen:

$$x = F_1(z),\ y = G_1(z),\ z = ux + vy$$

in einander übergeführt werden können, also einer und derselben Classe angehören, während andererseits durch jedes der beiden Modulsysteme, sowie durch den einfachen Modul, wenn man die Functionen gleich Null setzt, eine und dieselbe durch $u\xi + v\eta$ repraesentirte Gattung algebraischer Grössen definirt wird.

XXVI. Es sei $M(x)$ eine irreductible ganze ganzzahlige Function $(\mathfrak{n}+1)$ten Grades von x und der Coefficient der höchsten Potenz von x sei gleich Eins. Ferner sei x_0 eine der Wurzeln der Gleichung $M(x) = 0$, also eine ganze algebraische Zahl, und die Elemente irgend eines Fundamentalsystems der durch x_0 repraesentirten Gattung[2] algebraischer Zahlen seien:

$$1,\ x_0',\ x_0'',\ \ldots\ x_0^{(\mathfrak{n})}.$$

Alsdann bestehen erstens $\frac{1}{2}\mathfrak{n}(\mathfrak{n}+1)$ Gleichungen:

$$x_0^{(h)} x_0^{(k)} = c_0^{(h,k)} + c_1^{(h,k)} x_0' + \ldots + c_\mathfrak{n}^{(h,k)} x_0^{(\mathfrak{n})} \qquad (h \leq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \mathfrak{n}),$$

[1] Journal für Mathematik, Bd. 102, S. 51—55.
[2] Vergl. §. 24 meiner Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum.

in welchen die Coefficienten c ganze Zahlen sind, zweitens $\mathfrak{n}$ Gleichungen:

$$x_0^{(k)} = F_k(x_0), \qquad (k = 1, 2, \ldots \mathfrak{n}),$$

in welchen $F_1(x_0)$, $F_2(x_0)$, ... ganze Functionen von x_0 mit rationalen Zahlcoefficienten sind, drittens existirt ein linearer Ausdruck von x_0 durch $x_0', x_0'', \ldots x_0^{(\mathfrak{n})}$:

$$x_0 = c_0 + c_1 x_0' + \ldots + c_\mathfrak{n} x_0^{(\mathfrak{n})},$$

in welchem $c_0, c_1, \ldots c_\mathfrak{n}$ ganze Zahlen bedeuten.

Bezeichnet man nun die $\frac{1}{2}\mathfrak{n}(\mathfrak{n}+1)$ ganzen Functionen von $\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_\mathfrak{n}$:

$$\mathfrak{x}_h \mathfrak{x}_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)}\mathfrak{x}_1 - \ldots - c_\mathfrak{n}^{(h,k)}\mathfrak{x}_\mathfrak{n} \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \mathfrak{n})$$

mit $\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots$, so lässt sich offenbar für das Modulsystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ jede ganze ganzzahlige Function der Variabeln $\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_\mathfrak{n}$ auf eine lineare Function derselben reduciren, und es müssen daher auch ganze Zahlen $C_0, C_1, \ldots C_\mathfrak{n}$ existiren, für welche die Congruenz:

$$M(c_0 + c_1\mathfrak{x}_1 + \ldots + c_\mathfrak{n}\mathfrak{x}_\mathfrak{n}) \equiv C_0 + C_1\mathfrak{x}_1 + \ldots + C_\mathfrak{n}\mathfrak{x}_\mathfrak{n} \ (\text{modd. } \mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$$

stattfindet. Substituirt man hierin x' für $\mathfrak{x}_1$, x'' für $\mathfrak{x}_2, \ldots x^{(\mathfrak{n})}$ für $\mathfrak{x}_\mathfrak{n}$, so wird sowohl der Ausdruck auf der linken Seite der Congruenz als auch jede der Functionen $\mathfrak{N}$, welche das Modulsystem bilden, gleich Null, und die Congruenz geht daher in die Gleichung:

$$C_0 + C_1 x' + \ldots + C_\mathfrak{n} x^{(\mathfrak{n})} = 0$$

über, welche zeigt, dass die Coefficienten C sämmtlich gleich Null sein müssen. Es findet daher die Congruenz:

$$(\mathrm{P}) \quad M(x) \equiv 0 \ (\text{modd. } \mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots, x - c_0 - c_1\mathfrak{x}_1 - \ldots - c_\mathfrak{n}\mathfrak{x}_\mathfrak{n})$$

statt. Da ferner jede der Functionen $\mathfrak{N}$ gleich Null wird, wenn man darin:

$$\mathfrak{x}_k = F_k(x_0)$$

setzt, so besteht die Congruenz:

$$(\mathrm{P}') \quad (\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots) \equiv 0 \ (\text{modd. } M(x), \ldots \mathfrak{x}_k - F_k(x), \ldots) \quad (k = 1, 2, \ldots n).$$

Diese beiden Congruenzen zeigen erstens,

> dass der einfache Modul $M(x)$ und das Modulsystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ derselben Classe angehören, wenn der Classenbegriff im weiteren Sinne genommen wird,

und zweitens,

> dass bei der engeren Begriffsbestimmung die durch $M(x)$ repraesentirte Classe diejenige unter sich enthält, welche durch das Modulsystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ repraesentirt wird.

Aber die durch eine Wurzel x_0 der Gleichung $M(x) = 0$ repraesentirte

»Art« oder »Species« ganzer algebraischer Zahlen ist wiederum unter derjenigen enthalten, welche durch das den Gleichungen:

$$\mathfrak{N}'(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_n) = 0\,, \quad \mathfrak{N}''(\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_n) = 0\,, \ldots$$

genügende Werthsystem:

$$\mathfrak{x}_1 = x_0'\,, \; \mathfrak{x}_2 = x_0''\,, \ldots \mathfrak{x}_n = x_0^{(n)}$$

repraesentirt wird.

Die Modulsysteme $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ sind hier von der Function $M(x)$, von der ausgegangen wurde, mit Benutzung des Begriffs der algebraischen Zahlen abgeleitet worden; unabhängig davon ist die durch $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ — im engeren Sinne — repraesentirte Classe dadurch zu charakterisiren, dass sie unter jeder Classe von Functionen $M'(x'), M''(x''), \ldots$ enthalten ist, welche im weiteren Sinne des Wortes mit $M(x)$ zu derselben Classe gehören. Wenn also eine Function $M'(x')$ mit $M(x)$ in der Beziehung steht, dass zwei Congruenzen:

$$(\mathrm{Q}) \qquad M\big(f'(x')\big) \equiv 0 \;\big(\mathrm{mod.}\; M'(x')\big)\,, \quad M'\big(f(x)\big) \equiv 0 \;\big(\mathrm{mod.}\; M(x)\big)$$

stattfinden, in welchen $f(x) . f'(x')$ ganze Functionen der Variabeln x, x' mit rationalen Zahlcoefficienten sind, so muss für irgend ein zur Classe $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ — im engeren Sinne — gehöriges System ganzer ganzzahliger Functionen von ν Variabeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_\nu$:

$$(N', N'', N''', \ldots)$$

eine Congruenz:

$$(\mathrm{Q}') \qquad M'\big(\Phi(\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_\nu)\big) \equiv 0 \;(\mathrm{modd.}\; N', N'', N''', \ldots)$$

bestehen, in welcher Φ eine ganze ganzzahlige Function der Variabeln ξ bedeutet. Dabei ist jede der beiden Congruenzen (Q) nur im weiteren, aber die Congruenz (Q') im engeren Sinne zu nehmen; d. h. nur bei der letzteren Congruenz wird gefordert, dass in der damit aequivalenten Gleichung:

$$M' = N'P' + N''P'' + N'''P''' + \ldots$$

die Multiplicatoren P ganze Functionen der Variabeln ξ mit ganzzahligen Coefficienten seien, während bei Congruenzen im weiteren Sinne auch gebrochene Zahlcoefficienten zulässig sind.

Die Congruenzen (Q), vermöge deren die Functionen $M(x), M'(x')$ zu derselben Classe (im weiteren Sinne) gehören, können auch so dargestellt werden:

$$M(x) \equiv 0 \;\big(\mathrm{modd.}\; M'(x'),\, x - f'(x')\big)\,, \quad M'(x') \equiv 0 \;\big(\mathrm{modd.}\; M(x),\, x' - f(x)\big)\,,$$

und es zeigt sich also, dass $M(x)$ *modulo* $M'(x')$ durch den Linearfactor $x - f'(x')$ und ebenso $M'(x')$ *modulo* $M(x)$ durch den Linearfactor $x' - f(x)$ theilbar wird.

Die Herleitung des mit $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ bezeichneten Modulsystems aus $M(x)$ kann, genau nach der im §. 24 meiner Festschrift angegebenen Weise, jedoch ohne Benutzung des Begriffs der algebraischen Zahlen, geschehen, und ich werde dies in einem anderen Aufsatze ausführlich darlegen.

Bedeutet x_0, wie oben, eine Wurzel der Gleichung $M(x) = 0$, so ist die Resolvente des Gleichungssystems $\mathfrak{N}' = 0, \mathfrak{N}'' = 0, \mathfrak{N}''' = 0 \ldots$ gemäss §. 25 meiner Festschrift als die »Fundamentalgleichung« für den durch x_0 repraesentirten Gattungsbereich zu bezeichnen.

Jede ganze ganzzahlige Function der Variabeln $\mathfrak{x}_1, \mathfrak{x}_2, \ldots \mathfrak{x}_n$, welche das Primmodulsystem $(\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots)$ nicht enthält, lässt sich im Sinne der Congruenz für dieses Modulsystem in eindeutig bestimmter Weise als Resultat der Composition[1] von Primmodulsystemen darstellen. Diese Primmodulsysteme sind, da ihren Elementen offenbar die Elemente $\mathfrak{N}', \mathfrak{N}'', \mathfrak{N}''', \ldots$ selbst hinzugefügt werden können, von $n+1$ter, also höchster Stufe. Auch auf solche Modulsysteme höchster Stufe, welche die Factoren der gewöhnlichen Zahlen bilden, lässt sich genau in der oben angegebenen Weise der im engeren Sinne zu fassende Classenbegriff anwenden, und dieser steht in ebenso unmittelbarer Beziehung zu dem von Hrn. Hensel mit gutem Grunde und Erfolge eingeführten »relativen«, d. h. auf einen algebraischen Primdivisor bezogenen Begriff des Gattungsbereiches,[2] wie der oben näher dargelegte Classenbegriff für Modulsysteme $n$ter, also »vorhöchster« Stufe zu dem absoluten Begriff der Gattungen algebraischer Zahlen.

Hiernach können alle Resultate der Untersuchung »algebraischer« oder »complexer« ganzer Zahlen in ebenso einfacher Weise durch die Theorie der Modulsysteme erlangt werden, also ohne irgend welche Symbolik zu Hülfe zu nehmen oder irgend wie die Sphaere der »allgemeinen Arithmetik« der ganzen ganzzahligen Functionen von Variabeln[3] oder der ganzzahligen Formen[4] zu verlassen, welcher die Resultate selbst angehören. Dies ist schon in der Einleitung und im Nachwort meiner Festschrift angedeutet worden; aber es näher darzulegen und mit Hülfe eingehenderen Studiums der Modulsysteme, deren Stufenzahl der Anzahl der Variabeln gleich ist weiter auszuführen, bildete einen hauptsächlichsten Zielpunkt der vorstehenden Auseinandersetzungen.

[1] Vergl. §. 21 meiner Festschrift.

[2] Vergl. die Einleitung des Hensel'schen Aufsatzes »Untersuchung der ganzen algebraischen Zahlen eines gegebenen Gattungsbereiches für einen beliebigen algebraischen Primdivisor« im Journal für Mathematik, Bd. 101, S. 99.

[3] Vergl. die Einleitung meiner im 100. Bande des Journals für Mathematik abgedruckten Arbeit »Ein Fundamentalsatz der allgemeinen Arithmetik«.

[4] Vergl. §. 22 meiner Festschrift.

XXVII. Gemäss den im vorigen Abschnitte enthaltenen Auseinandersetzungen ersetzt die Betrachtung der ganzen ganzzahligen Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ für ein Primmodulsystem $n$ter Stufe $(M', M'', M''', \ldots)$, dessen Elemente ganze ganzzahlige Functionen der n Variabeln x sind, vollständig die Theorie derjenigen complexen Zahlen, welche dem durch das Gleichungssystem:

$$M' = 0, \; M'' = 0, \; M''' = 0, \ldots$$

definirten Gattungsbereiche angehören. Aber auch in dem Falle, wo die Coefficienten der Elemente M nicht wie hier dem absoluten Rationalitätsbereiche, sondern, wie im art. XXI, irgend einem anderen dort mit $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ bezeichneten Bereiche entnommen sind, können die ganzen Functionen der Variabeln x, mit Coefficienten des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$, *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ untersucht und dadurch alle Ergebnisse erlangt werden, welche eine Theorie der entsprechenden algebraischen Grössen liefern würde.

Die erste dabei auftretende Frage ist die, welche schon im art. XXI berührt worden ist, nämlich die Frage, ob sich aus der Gesammtheit der *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ betrachteten Functionen besondere »Arten« oder »Species« aussondern lassen. Eine solche Species umfasst alle die besonderen Functionen, welche sich als ganze Functionen gewisser Elemente:

$$\phi_1(x_1, x_2, \ldots x_n), \; \phi_2(x_1, x_2, \ldots x_n), \ldots \; \phi_\varrho(x_1, x_2, \ldots x_n)$$

darstellen lassen; und hierbei bedeuten $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\varrho$ ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ mit Coefficienten des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$. Da jede ganze Function von $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\varrho$ *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ einer ganzen linearen Function von $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ congruent ist, wenn $f_1, f_2, \ldots f_\nu$, wie oben, die Elemente eines Fundamentalsystems bedeuten, so können höchstens $\nu + 1$ ganze Functionen von $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\varrho$, im Sinne der Congruenz für das Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$, von einander linear unabhängig sein. Sind nun genau $\mu + 1$ solche Functionen, unter denen stets eine gleich Eins genommen werden kann:

$$1, \phi_1^0, \phi_2^0, \ldots \phi_\mu^0,$$

von einander linear unabhängig, so bilden diese offenbar ein Fundamentalsystem für die gesammte Species in dem Sinne, dass jede ganze Function der Species *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ einer linearen Function von $\phi_1^0, \phi_2^0, \ldots \phi_\mu^0$ congruent wird. Dabei muss $\mu < \nu$ sein; denn denkt man sich die Functionen ϕ^0 als lineare Functionen von $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ dargestellt, so würden, wenn dies ν von einander linear unabhängige Functionen wären, durch dieselben auch die ν Functionen f darstellbar sein; die Species würde also die sämmtlichen ganzen

Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$, und nicht bloss einen besonderen Theil derselben, enthalten.

Drückt man die Producte je zweier Elemente des Fundamentalsystems der Species *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ als lineare Function derselben Elemente aus, so erhält man $\frac{1}{2}\mu(\mu+1)$ Congruenzen:

$$\phi_h^0 \phi_k^0 - \gamma_0^{(h,k)} - \gamma_1^{(h,k)} \phi_1 - \ldots - \gamma_\mu^{(h,k)} \phi_\mu \equiv 0 \; (\text{modd. } M', M'', M''', \ldots),$$

und die $\frac{1}{2}\mu(\mu+1)$ Functionen:

$$\xi_h \xi_k - \gamma_0^{(h,k)} - \gamma_1^{(h,k)} \xi_1 - \ldots - \gamma_\mu^{(h,k)} \xi_\mu,$$

welche in irgend einer Reihenfolge mit $S', S'', S''', \ldots$ bezeichnet werden mögen, enthalten also, wenn darin:

$$\xi_h = \phi_h^0 (x_1, x_2, \ldots x_n) \qquad (h = 1, 2, \ldots \mu)$$

gesetzt wird, das Modulsystem $(M', M'', M''', \ldots)$. Es besteht hiernach die Congruenz:

$$(S', S'', S''', \ldots) \equiv 0 \left(\text{modd. } M', M'', M''', \ldots \xi_h - \phi_h^0 (x_1, x_2, \ldots x_n), \ldots\right), \atop (h = 1, 2, \ldots \mu)$$

auf Grund deren gemäss art. XXIV und XXV die durch das Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$ repraesentirte Classe als unter der durch $(S', S'', S''', \ldots)$ repraesentirten »enthalten« zu bezeichnen ist, und es zeigt sich also:

> dass alle besonderen »Arten« oder »Species« ganzer Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$, welche sich aus der Gesammtheit *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ herausheben lassen, durch diejenigen verschiedenen Classen von Divisorensystemen zu charakterisiren sind, unter denen die Classe des Systems $(M', M'', M''', \ldots)$ enthalten ist.

So ist, wenn man wie im art. XXV an Stelle des Divisorensystems $(M', M'', M''', \ldots)$ den einfachen Modul:

$$x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$$

nimmt, dessen Classe nur unter derjenigen von $\xi^2 + \xi - 1$ enthalten, und diese Beziehung wird durch die Congruenz:

$$\xi^2 + \xi - 1 \equiv 0 \; (\text{modd. } x^4 + x^3 + x^2 + x + 1, \; \xi - x - x^4)$$

begründet, während andererseits die ganzen Functionen von $x + x^4$, *modulo* $x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ betrachtet, eine besondere Species bilden.

XXVIII. Noch nach einem anderen, als nach dem im vorigen Abschnitte entwickelten Principe, kann aus der Gesammtheit der *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ betrachteten ganzen Functionen der Variabeln x eine Anzahl derselben ausgesondert werden. Sind nämlich:

$$M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)}$$

ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ mit Coefficienten des Bereichs $(\Re', \Re'', \Re''', \ldots)$, so können alle diejenigen Functionen M_0, welche das Modulsystem:

$$(M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)};\ M', M'', M''', \ldots)$$

enthalten, insofern zu einer besonderen Gruppe vereinigt werden, als jede additive Verbindung und überhaupt jede lineare homogene Function der Glieder der Gruppe wiederum ein Glied der Gruppe ergiebt. Die einer solchen Gruppe angehörigen Functionen sind offenbar auch dadurch zu charakterisiren, dass sie dem besonderen, in $(M', M'', M''', \ldots)$ enthaltenen Divisorensysteme:

$$(M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)};\ M', M'', M''', \ldots)$$

als Elemente hinzugefügt werden können, ohne dasselbe zu verändern.

Aus der so charakterisirten Gruppe können wiederum, unter Anwendung des im vorigen Abschnitte benutzten Eintheilungsprincips, alle diejenigen Functionen herausgehoben werden, welche sich *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ als lineare Functionen der Elemente $M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)}$ so darstellen lassen, dass die Coefficienten zu einer bestimmten Species $\mathfrak{S}$ gehören. Für die zu einer solchen Theilgruppe gehörigen Functionen M_0 muss alsdann eine Congruenz:

$$M_0 \equiv M_0'P' + M_0''P'' + \ldots + M_0^{(\varrho)}P^{(\varrho)} \ (\text{modd.}\ M', M'', M''', \ldots)$$

bestehen, in welcher die Functionen P ausschliesslich einer bestimmten Species $\mathfrak{S}$ entnommen sind. Bilden für diese Species:

$$1, \phi_1^0, \phi_2^0, \ldots \phi_\mu^0,$$

wie im vorigen Abschnitte, die Elemente eines Fundamentalsystems, so sind alle Functionen der Theilgruppe lineare homogene Functionen der $\varrho(\mu+1)$ Elemente:

$$M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)};\ \phi_h^0 M_0', \phi_h^0 M_0'', \ldots \phi_h^0 M_0^{(\varrho)}$$
$$(h = 1, 2, \ldots \mu)$$

mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\Re', \Re'', \Re''', \ldots)$, und die zwischen diesen $\varrho(\mu+1)$ Elementen bestehenden linearen Relationen kann man, wie oben, ermitteln, indem man jedes Element als lineare Function von $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ ausdrückt. Auf diese Weise gelangt man offenbar zu einem Fundamentalsystem der bezeichneten Theilgruppe:

$$\Phi_1, \Phi_2, \ldots \Phi_\lambda,$$

welches so beschaffen ist, dass jede zur Theilgruppe gehörige Function M_0 sich *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ als ganze lineare homogene Function der λ Elemente Φ, mit Coefficienten des Bereichs $(\Re', \Re'', \Re''', \ldots)$, darstellen lässt.

Gehören die Functionen $M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)}$ selbst dem durch das Fundamentalsystem:

$$1, \phi_1^0, \phi_2^0, \ldots \phi_a^0$$

charakterisirten Artbereich an, so hat jene Theilgruppe ersichtlich die Eigenschaft, dass nicht nur die Summe, sondern auch das Product je zweier Functionen der Theilgruppe wiederum eine derselben angehörige Function ist. Denkt man sich andererseits aus irgend welchen ganzen Functionen der Variabeln x:

$$\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_\sigma$$

alle diejenigen gebildet, welche durch Addition und Multiplication von je zweien derselben, sowie durch Multiplication mit Grössen des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ entstehen, so erkennt man unmittelbar, dass die Gesammtheit dieser Functionen eine Theilgruppe von der oben bezeichneten Beschaffenheit constituirt, nämlich eine solche, welche man erhält, wenn man oben sowohl für die Functionen:

$$M_0', M_0'', \ldots M_0^{(\varrho)},$$

welche das besondere Modulsystem bestimmen, als auch für die Functionen:

$$\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\varrho$$

des art. XXVII, welche die besondere Species charakterisiren, die Functionen:

$$\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_\sigma$$

nimmt. Denn die Functionen der Theilgruppe können als diejenigen ganzen Functionen der Variabeln x definirt werden, welche sich *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ als ganze Functionen der σ Functionen ψ so darstellen lassen, dass die Coefficienten Grössen des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ sind, und dass dabei kein von den Functionen ψ unabhängiges Glied vorkommt. Sie sind also auch dadurch vollkommen bestimmt, dass sie im Sinne der Congruenz *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ das Divisorensystem $(\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_\sigma)$ enthalten, und dass in der dadurch bedingten Darstellung als lineare homogene Functionen der Elemente ψ die Coefficienten dem durch das Functionensystem $(\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_\sigma)$ charakterisirten Artbereich angehören.

Die verschiedenen Möglichkeiten, aus der Gesammtheit der *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ betrachteten ganzen Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ einzelne Gruppen herauszuheben, sind hiermit erschöpft.

(Fortsetzung folgt.)

Ausgegeben am 17. Mai.

1888.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

3. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Schmidt las über die altbaktrischen Nominative Pluralis des Typus nāmān und nāmēnīsh.

2. Hr. Kirchhoff theilte mit eine Delphische Weihinschrift von Hrn. Dr. Lolling.

3. Hr. Schrader trug vor einen Bericht des Hrn. Prof. Erman, Director der aegyptischen Abtheilung des Königlichen Museums: Der Thontafelfund von Tell-Amarna.

Die Mittheilungen, 2. und 3., erfolgen umstehend.

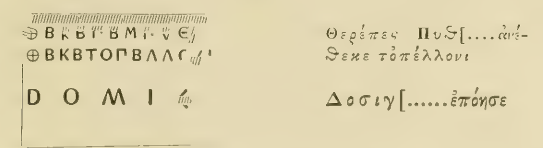
Eine Delphische Weihinschrift.

Von Dr. Lolling.

(Vorgelegt von Hrn. Kirchhoff.)

Vor Kurzem von einer Reise zurückgekehrt, welche er im Auftrage der Redaction für die Zwecke des akademischen Unternehmens einer Sammlung der nordgriechischen Inschriften durch das Gebiet der Opuntischen Lokrer und die Landschaft Phokis unternommen hatte, hat mir Hr. Dr. Lolling Abschrift und Abklatsch eines Inschriftsteines übersendet, welchen in Delphi zu entdecken ihm gelungen war, und dabei den Wunsch ausgesprochen, dass ich seinen Fund der Akademie vorlegen und seine Veröffentlichung in deren Sitzungsberichten veranlassen möchte. Ich habe diesem Wunsche entsprechen zu sollen geglaubt, da die Inschrift in mehrfacher Beziehung von Interesse ist und es den Fachgenossen nur erwünscht sein kann, sofort ihre Bekanntschaft zu machen.

'Ich fand den Stein', schreibt Hr. Lolling, 'im März d. J. in einer Mauer am Hause des Andreas Kurumalis in Kastri (Delphi) so eingemauert, dass nur der linke Rand der Frontfläche mit den Anfangsbuchstaben der drei Zeilen sichtbar war, liess denselben aus der Mauer nehmen und in das Localmuseum des Ortes schaffen. Es ist ein weisser Marmorblock (Höhe 0^{m}.24, Länge 0^{m}.29, Breite 0^{m}.22), oben, unten und links ist der Rand erhalten, unter der Inschrift freier Raum. Meine Copie sieht so aus:



Von den beiden Resten am Ende der zweiten Zeile rührt der erstere von einem Ν, der zweite von einem Ι her; der letzte der erhaltenen Buchstaben des Künstlernamens war ein <, nicht etwa ⊂.'

Die Genauigkeit der Abschrift findet durch den Abklatsch lediglich Bestätigung; höchstens wäre zu bemerken, dass nach seinem Zeugniss die beiden Schenkel des V an der vorletzten Stelle der ersten Zeile leicht nach innen gebogen waren. Beschaffenheit und Charakter der Schrift lassen es kaum zweifelhaft, dass der Stifter des Weihgeschenkes ein Korinther war oder aus einer der korinthischen Colonien stammte, und dass die Entstehungszeit des Denkmales nicht unter den Ausgang des sechsten Jahrhunderts herabgesetzt werden darf.

Der Thontafelfund von Tell-Amarna.

Von Ad. Erman.

(Vorgelegt von Hrn. Schrader.)

Anfang des Winters fanden Fellachen, die die Ruinen von Tell el Amarna, der ephemeren Residenz des bekannten ketzerischen Pharao Amenophis IV., nach Alterthümern durchsuchten, in diesen eine grössere Anzahl von mit babylonischer Keilschrift beschriebenen Thontafeln. Einige derselben gelangten in das Museum von Bulaq, der grösste Theil des Fundes aber wurde, dank den Bemühungen des Hrn. Theod. Graf in Wien, zusammengehalten und ist derzeit den Königlichen Sammlungen gesichert. Es sind nach Zusammenfügung der Fragmente rund 160 Tafeln, darunter einige von einer bis dahin unerhörten Grösse. Schon der sicher beglaubigte Fundort verweist den Fund auf das Ende der achtzehnten Dynastie, da Tell el Amarna die Regierung seines Gründers Amenophis IV., nach Allem was wir wissen, nicht überdauert hat. In der That wurden denn auch ein Thonsiegel dieses Königs und einige Alabastertäfelchen mit dem Namen seines Vaters Amenophis III. zusammen mit den Thontafeln gefunden.

Die Lesung der Thontafeln hat diese Ansetzung des Fundes bestätigt. Sie enthalten Briefe asiatischer Könige, die an zwei Könige von Aegypten gerichtet sind, an Nimmurija und an seinen Sohn Napchururija. In diesen Namen erkennt man unschwer die Vornamen des dritten und vierten Amenophis Nb-mȧʿt-Rʿ und Nfr-χprv-Rʿ mit dem Zunamen vʿ-n-Rʿ;[1] passende Namen anderer Könige giebt es nicht.

Zum Überfluss wird die Deutung dieser Königsnamen dadurch bestätigt, dass als Mutter des Napchururija und Gattin des Nim-

[1] Auf die Vocalisation dieser Namen ist schwerlich etwas zu geben. Ihre Consonanten zeigen die in dieser Zeit zu erwartenden vulgären Verschleifungen des t und r, die Namen mögen etwa Nemmeʿrêʿ und Nefchepreréʿ gelautet haben.

murija die Königin Ti-i-i genannt wird, in der Niemand die berühmte Königin 𓍘𓏭𓇋𓇋 Tëèè, die Gattin Amenophis III. und Mutter Amenophis IV. verkennen wird.

Wir haben also in unseren Thontafeln einen Theil des Archivs der achtzehnten Dynastie vor uns: die an Amenophis III. gerichteten Briefe desselben waren, wie dies die hieratisch aufgeschriebene Archivnotiz auf dem einen derselben auch ausdrücklich angiebt, ursprünglich in Theben aufbewahrt, sind aber dann bei der Verlegung der Residenz nach Tell el Amarna mitgenommen und hier bei der Zerstörung des Palastes vermuthlich verschüttet worden.

Unter den Fürsten, die an diese Pharaonen schreiben, beansprucht das meiste Interesse König Burnaburiaš von Babylon, der mit fünf Schreiben vertreten ist. Dass zwischen den so weit aus einander liegenden Staaten Babylonien und Aegypten das intime Freundschaftsverhältniss bestanden hat, welches diese Schriftstücke zeigen, ist überraschend genug. Für die Chronologie ist die sich aus ihnen ergebende Gleichzeitigkeit von Kurigalzu, dem Vater und Vorgänger des Burnaburiaš, und Amenophis III. und von Burnaburiaš selbst und Amenophis IV. von grossem Werthe.

Der Hauptcorrespondent des dritten Amenophis ist König Dušratta von Mitanni, der sich den Schwiegervater des Aegypters nennt und mit ihm in sehr regem Verkehr gestanden zu haben scheint. Seine umfangreichen Briefe behandeln meist die Heirath seiner Tochter mit dem Pharao. Die Antwort auf die Frage, wer dieser »grosse König« sein möge, ertheilt uns die oben schon erwähnte Notiz des aegyptischen Archivars; derselbe hat auf einem Briefe des Mitanniherrschers angemerkt, wann dieser »Brief von Naharina« angekommen ist. Mitanni ist also der einheimische Name des grossen Staates, den die Aegypter Naharina nennen.[1] Dieses mächtige Reich, das gerade Amenophis III. als seinen Nachbarstaat bezeichnet, spielt bekanntlich bei den Königen der achtzehnten Dynastie dieselbe Rolle, die das Reich der Cheta bei denen der neunzehnten Dynastie einnimmt: es ist die Vormacht der nördlichen Euphratländer, mit der die Pharaonen um die Hegemonie Syriens zu kämpfen haben.

Eine sehr beträchtliche Anzahl von Tafeln rührt von Leuten her, die keinerlei Fürstentitel tragen und sich als Diener des Pharao bezeichnen. Da die in ihren Briefen genannten Städte in Syrien und

[1] Amenophis III. hat übrigens auch nach einer aegyptischen Quelle (Aeg. Ztschr. 1880 S. 81 ff.) eine Prinzessin von Naharina zur Gemahlin erhalten; doch geschah dies erst im Jahre 10, es kann also (wenn anders die Lesung richtig ist) nicht die schon im Jahre 2 erwähnte Tochter des Duschratta sein.

Phönicien belegen sind, so wird man in ihnen Vasallen oder Beamte zu sehen haben, die die asiatischen Besitzungen Aegyptens für den Pharao verwalten. Solche Briefe liegen vor aus Byblos, Simyra, Megiddo, Akko, Askalon; mehr in den Norden Syriens führt uns die merkwürdige kleine Tafel, in der um schleunige Hülfe gegen den heranrückenden Chattikönig gebeten wird und in der die Stadt Dunip, d. h. das [hieroglyphs] Tvnp der Aegypter, erwähnt wird.

Wie uns der Fund von Tell el Amarna zeigt, spielte die babylonische Schrift und die babylonische Sprache im Verkehre des funfzehnten Jahrhunderts v. Chr. etwa dieselbe Rolle, die zur Zeit der Perserherrschaft der Schrift und der Sprache der Aramäer zufiel. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass man am aegyptischen Hofe sich nicht begnügt hat, diese Correspondenz durch fremde Dolmetscher erledigen zu lassen[1], sondern dass aegyptische Schreiber selbst die Keilschrift erlernt haben. Den Beweis dafür liefert unser Fund selbst, denn mitten unter all diesen Staatsdocumenten findet sich eine Thontafel, die einen beliebigen mythologischen Text enthält, auf dem ein Theil der Worte durch Punkte schwarzer und rother aegyptischer Tinte abgetheilt ist; offenbar hat ein aegyptischer Schreiber dieses Stück zu Leseübungen benutzt und sich die schwere Arbeit durch Abtrennen der Worte zu erleichtern gesucht.

An die vorstehende Mittheilung schloss Hr. Schrader die nachfolgenden Bemerkungen.

Über die Wichtigkeit des Fundes, von welchem uns Hr. Erman Mittheilung gemacht hat, haben wir nicht nöthig noch ein Wort zu verlieren. Die Thatsache, dass die Existenz regsten litterarischen Verkehrs zwischen dem äussersten Osten des im engeren Sinne so bezeichneten »Alten Orients« und dem äussersten Westen desselben für das 15. Jahrhundert v. Chr. nunmehr durch gleichzeitige Documente gesichert ist, bedarf keines Commentars. Im Folgenden mag es uns lediglich gestattet sein, einige Erläuterungen und Ergänzungen zu der obigen Ausführung des Hrn. Erman zu geben.

1. Die Frage der Ächtheit der in Rede stehenden Tafeln, welche an der Schwelle jeder derartigen Erörterung eines neuen

[1] Vergl. hierzu noch unten sub Nr. 7. Schr.

Fundes auf dem betreffenden Gebiete vorauszugehen hat, und welche bei dem ersten Auftauchen von zu dieser Sammlung gehöriger Thontäfelchen insbesondere auch den Vortragenden auf das Lebhafteste beschäftigte, — war doch babylonisch die Schrift, babylonisch die Aussprache von Eigennamen, wie (mât) Miṣir (anstatt assyrisch [mât] Muṣur) für »Aegypten« u. s. w., und war wiederum die Form des im Übrigen cursiven babylonischen Königszeichens mit drei verticalen Zeichen in dem unteren Strich, die Anfügung der phonetischen Ergänzung ri an dieses Ideogramm und anderes auffällig und gegen alle Analogie — ich sage diese Frage, welche trotzdem unter Berücksichtigung aller sonst in Betracht kommenden Momente bejahend beantwortet werden musste, wurde nach dem Eintreffen der übrigen Theile der Sammlung gegenstandslos. Was für die Achaemenidenzeit, an welche bei der ersten Kenntnissnahme von den wenigen, zunächst räthselhaften Täfelchen verständigerweise allein gedacht werden konnte, auffällig und anstössig war, verlor dieses Auffällige und Anstössige für die Zeit, in welche uns die weiteren Täfelchen führten, für die Zeit des Purnapuriaš von Babylon und der Amenophis III. und IV. von Aegypten, d. i. für das 15. Jahrhundert v. Chr., im Gegentheil war für diese Zeit das Beibehalten der drei Querstriche des horizontalen Grundstriches des babylonischen Königszeichens, die — als drei oder vier — auf den archaistischen Inschriften bei diesem Zeichen niemals fehlen, nur das, was zu erwarten war. Wie die ganze geschichtliche Situation, welche in diesen Correspondenzen vorderasiatischer Fürsten mit den Pharaonen vorausgesetzt wird, zu der Zeit, in welche uns die Namen der betreffenden Herrscher versetzen, stimmt, erhellt aus dem verlesenen Berichte. Dass auch die äussere Beschaffenheit der Täfelchen jeden Zweifel an die Ächtheit derselben ausschliesst, lehrt ein Blick auf das Ganze der nunmehr nahezu vollständig in den Besitz des Museums übergegangenen Sammlung.

2. Wie schon angedeutet, ist die Schrift dieser Thontäfelchen, die übrigens unter sich wieder keineswegs ganz gleichartig ist, mehrfach eigenthümlich und paläographisch von ausserordentlichem Interesse. Nicht bloss, dass die Zeichen mehrfach ganz erhebliche Abweichungen von den bisher bekannten Formen zeigen; dass die Verwendung und Anbringung der Zeichen für den Plural und Dual — welcher letztere z. B. gegen alle Analogie wohl den betreffenden Nomen vorgesetzt erscheint — von der bisher bekannten mehrfach abweichend ist; dass ferner ein ideographisch geschriebenes Wort — augenscheinlich um einem Missverständniss vorzubeugen — wohl daneben noch ganz und voll phonetisch geschrieben wiederholt wird: auch die Zeichen

selber erscheinen, wie sich aus den Parallelen mit Sicherheit ergiebt, mehrfach mit Lautwerthen ausgestattet, die uns für dieselben bisher nicht bekannt waren. Das Zeichen z. B. vulgo pi, das in den bisher bekannten Inschriften daneben auch wohl mit dem Lautwerth a erscheint, tritt uns hier auch mit dem Lautwerth ma entgegen, in Folge, wie Vortragender meint, einer Zusammenwerfung dieses Zeichens in der Form mit dem für ma sonst gebräuchlichen Zeichen und dergleichen mehr. Es ist das Verdienst zweier jüngerer, am Museum beschäftigter Assyriologen, der HH. Dr. Hugo Winckler und Dr. Karl Lehmann, sich um die Herausstellung dieser und ähnlicher graphischer Eigenthümlichkeiten dieser Inschriften mit Erfolg bemüht zu haben.

3. Über die Identität des auf den Tafeln als Briefschreiber erscheinenden babylonischen Königs Pur-ra-pu-ri-aš (Var. Pur-na-pu-ri-aš) mit dem Purnapuriaš der heimischen babylonischen Inschriften, kann kein Zweifel sein. Wie dazu bei dieser Annahme babylonische und aegyptische Chronologie sich ineinanderfügen, erhellt aus den Berichten des Hrn. Erman.

4. Die Identität des auf der besonderen Gruppe von Täfelchen oder vielmehr Tafeln (die an der Spitze des Berichts erwähnten Tafeln von ungewöhnlicher Grösse — bis zu einer Höhe von 0^{m}.45 und einer Breite von 0^{m}.26 — sind eben solche des Mitannikönigs) erwähnten Landes Mitanni, geschrieben Mi-ta-an-ni, dessen Fürst in so regem schriftlichen Verkehr mit seinem Schwiegervater, dem Pharao Amenophis III., stand, ich sage, die Identität dieses Landes Mitanni mit dem Lande Mitâni, von welchem der Assyrer Tiglath-Pileser I. um 1100 v. Chr. redet (Cyl. VI, 60), ist unbezweifelbar. Wenn wir, nach Dr. Erman's Mittheilung, in der Beischrift des aegyptischen Archivars das fragliche Land Mitanni einfach als das Euphratland *Naharina* bezeichnet finden, so findet sich nach Dr. Winckler dieses selbe Mitanni mehrmals mit dem Lande Ḫanigalmit zusammengenannt, von welchem ich nachgewiesen habe, dass wir dasselbe in Kleinarmenien, am oberen, rechten Euphratufer zu suchen haben (KGF. 151 ff.). Dazu wird das Land Mitâni bei Tiglath-Pileser im engsten Zusammenhange mit dem als »ina pan mât Ḫatti« »vor dem Lande Chatti«, für den Assyrer östlich vom Euphrat belegene Araziki, das wie ich ebenfalls nachgewiesen habe, fragelos das Eragiza des Ptolemaeus und ארזק des Talmud (KGF. 228) ist, zusammengenannt. Es springt in die Augen, dass wir es mit einem östlich von dem am Euphrat selber belegenen Vororte der Chattistaaten, Karkemisch, belegenen Staate, also mit einem Gebiete zu thun haben, welches zwischen den beiden Flüssen Euphrat und Baliḫ-Belias zu suchen

ist; daher der aegyptische Name Naharina, d. i. das aramaeische נהרין. Die uns aus der Zeit nach Tiglath-Pileser erhaltenen assyrischen Inschriften kennen das Land Mitâni nicht mehr: an seiner Stelle erscheinen die Kummuchaer, bez. das »Land Bit-Adini«.

5. Dass bei einer Correspondenz zwischen einem Könige von Naharina-Mitanni und dem aegyptischen Pharao auch werde der zwischen diesen Staaten belegenen Örtlichkeiten gelegentlich Erwähnung gethan, kann nicht überraschen, ist vielmehr von vornherein zu erwarten. So werden denn wiederholt genannt: Ṣu-mu-ra, auf den assyrischen Inschriften Ṣi-mir-ra צְמָר; Gu-ub-li »Byblos« גְּבַל; A-ia-lu-na אילן; As-ka-lu-na עשקלן; Ak-ka (assyr. Ak-ku-u) »Akko«; Ma-ki-da, vielleicht »Megiddo« (Winckl.); bei den Assyrern lautet dieser Name Ma-gi-du-u, bezw. Ma-ga-du-u (KAT.[2] 168; KGF. 119 ff.). Phönicien-Palaestina erscheint unter dem alten babylonisch-assyrischen Namen mât Martu = mât Aḫarri »Hinterland« d. i. »Westland«. Syrien (zwischen Euphrat und Orontes) erscheint unter dem Namen (mât) Ḫatti. Bemerkenswerth ist noch, dass das in damascenischem Gebiete belegene, in den aegyptischen Inschriften auftretende von Nöldecke näher behandelte Tunep auch in diesen Inschriften in der Aussprache Dunip auftritt (s. o.). Die betreffenden Tafeln stammen wohl aus Syrien direct (aus der Gegend, welche auf denselben erwähnt wird). Auf einigen erscheint ein Ri-ib- [cuneiform] = (Var.) Ri-ib-Ab-du erwähnt. Die schon aus den assyrischen Inschriften bekannte Gleichung von Addu = Daddu = syr. הֲדַד Ἄδαδος und andererseits = assyr. Rammân, hebr. רִמּוֹן (richtiger רַמָּן, vergl. LXX: Ῥέμμαν) erhält dadurch ihre erwünschte Bestätigung.

Den Namen mât Aššur suchen wir in diesen Inschriften vergeblich. Es stimmt das zu unserem bisherigen Wissen von dem Aufkommen und der Entwicklung des assyrischen Staats.

6. Dass es auch an sprachlichen Eigenthümlichkeiten nicht fehlt, versteht sich, zumal bei babylonischen Inschriften, die von einem ausserhalb Babyloniens in einem fremden Lande wohnenden Schreiber aufgesetzt werden. Statt aller erwähne ich der Form a-nu-ki »ich« anstatt der heimisch babylonisch-assyrischen a-na-ku. Ein Einfluss des Kanaanäischen (= ă-nô-kî) ist wohl schwer zu verkennen. Vergl. übrigens KAT.[2] 110 Anm. **.

7. Der Fürst von Mitâni (Mitanni) gab (H. Winckler) gemäss einer der Tafeln dem Gesandten, der den Thonbrief zu überbringen hatte, von sich aus einen Dolmetsch: tar-gu-ma-an-nu d. i. تُرْجُمَان u. s. w. für den Aegypterkönig mit, der diesem das Keilschriftdocument zu übertragen hatte. Dass das in Rede stehende Wort den Assyrern

bekannt war, wussten wir bereits aus dem von OPPERT ZK. II (1885) S. 301 flg. veröffentlichten Syllabare, wo es tur-gu-man-nu (mit tur statt tar) geschrieben wird. Neu ist, dass es hier, im 15. Jahrhundert v. Chr., bei einem babylonischer Schrift und Sprache sich bedienenden Syrerfürsten erscheint. Das Wort wird aber trotzdem aramaeischen Ursprungs sein; das specifisch assyrische Wort für »Dolmetsch« war bi'l lišâni »Sprachmeister«, s. KAT.² S. 400 Z. 16.

Ausgegeben am 17. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1888.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

17. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Landolt las über den Einfluss der chemischen Constitution und der Temperatur flüssiger Kohlenstoffverbindungen auf deren Lösungsvermögen für Jod.

Die Mittheilung erscheint später.

2. Hr. L. Delisle, correspondirendes Mitglied der Akademie, übersendet sein Werk: L'Évangéliaire de Saint-Vaast d'Arras et la calligraphie franco-saxonne du IX. siècle.

3. Nach Beschluss der philosophisch-historischen Classe sind 6000 Mark zur weiteren Herausgabe der politischen Correspondenz und der Staatsschriften König Friedrich's II., 5000 Mark zur Fortsetzung der Herausgabe der Aristoteles-Commentatoren und 3000 Mark zur Fortsetzung des Corpus Inscriptionum Graecarum bewilligt, ferner 600 Mark an den Privatdocenten Hrn. Dr. Rossbach in Breslau zu einer Reise nach England zum Zweck der Vergleichung von Handschriften der prosaischen Schriften Seneca's, und nach Beschluss der physikalisch-mathematischen Classe 3500 Mark zur Anschaffung von Instrumenten für die akademische Sammlung zu optisch-mineralogischen Arbeiten, welche Hr. Klein auszuführen beabsichtigt.

4. Am 27. April feierte Hr. von Sybel sein fünfzigjähriges Doctorjubiläum. Die Akademie überreichte bei diesem Anlass die umstehend abgedruckte Adresse.

Adresse an Hrn. Heinrich von Sybel zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums am 27. April 1888.

Hochverehrter Herr College!

Die Königliche Akademie der Wissenschaften ist längst gewöhnt, Ihre Vorträge mit besonderer Theilnahme zu begrüssen. Heute hat sie selbst das Wort, um mit Ihnen von Ihrer Person und einem Stück der historischen Wissenschaft zu reden.

Sie gehören zu dem Kranze hervorragender Männer, die durch die Schule Ranke's gegangen sind. Ein dankbarer Schüler, sind Sie doch ein selbständiger Schüler gewesen und geblieben. In der Weise des Lehrers ist bei Ihnen die kritische Methode und der beherrschende Blick vereinigt.

Ihre litterarische Thätigkeit entfaltete sich in Arbeiten bald von umfassender, bald von engerer Art. Die letzteren sind so zahlreich und im Gegenstand so verschieden, von dem politischen und socialen Verhalten der ersten Christen an bis auf Napoléon III., dass schon aus diesem äusseren Umstande sich eine überraschende Weite der Studien ergibt. Immer bleibt, auch bei schmalerem Thema, die Aussicht ungehemmt, die Darstellung comparativ, die Auffassung universell, und das steigert dann die Bedeutung des speciellen Ergebnisses. Vollends treten diese Vorzüge auf bei Stoffen von grösserem Umfang; in der Auffassung der ältesten Zustände unserer Vorfahren wie in der Beurtheilung der deutschen Kaiserzeit und der Richtigstellung der Kreuzzugsgeschichte, in den Fragen über die gebotenen Schranken der französischen Staatsreform und ihre willkürliche Überschreitung wie über die Schuld am Ausbruch und Verlauf des Revolutionskriegs. Und nicht nur sind Sie selbst tief in die Schachte der Archive gestiegen, auch zahlreiche wichtige Publicationen aus dem Bereiche der Urkunden und Acten verdanken Ihnen Gründung, Berathung, Leitung, Mitarbeiterschaft.

Was aber Ihren Productionen allen den Charakter gibt, das ist die Höhe der sachlichen und der litterarischen Kritik. Sie zeigt sich

bestimmt und prompt, unbestechlich und unerbittlich, eindringlich und überzeugend, auch durch freundlichen Humor ihren Eindruck versüssend. Mit Genugthuung hört man zu, wie den Karolingischen Annalen ein Theil ihres Nimbus entzogen, wie über Albertus Aquensis der Stab gebrochen wird. Sie behandeln Lafayette ohne Gnade, Sie wissen Mirabeau's staatsmännische Bedeutung in ihr Recht einzusetzen; aber wir haben das Gefühl, dass in diesem Tadel und in diesem Lob keine Person spricht, sondern die Geschichte. Dabei haben Sie die Frage praktisch gelöst, wie Objectivität und Gesinnung sich mit einander vertragen.

Dem Eindruck des originalen und schöpferischen Charakters Ihrer Werke entspricht die Form ihres Ausdrucks. Eine edle Popularität bleibt das schönste Gewand der Wissenschaft. Sie verstehen zu verbinden, was so oft nur getrennt vorkommt, Ernst und Eleganz. Die Herrschaft, die Sie über Ihre Hörer als Lehrer und als Redner geübt, erklärt sich dabei von selbst. Sie haben dem heutigen Europa die Einsicht in eine hochwichtige Periode seiner Geschichte gewährt; man möchte es den Fremden nur noch gönnen, wenn sie nicht zur Übersetzung zu greifen brauchten. Es ist eine seltene Kunst, selbst gelehrte Fragen so einfach und glatt zu behandeln, dass auch der Laie sie leicht begreift, und dass er dann schwer davon wegkommt, bis er zu Ende ist. Lauter Eigenschaften, welche den, der sie besitzt, zum nationalen Geschichtschreiber stempeln und ferner bestimmen.

Es ist heute wohl ein Abschnitt in Ihrem Leben, aber nicht in dem Gang der productiven Kraft, auf welche noch lohnende Aufgaben warten. Man kann zwar vermuthen, dass Ihre Büste Sie überleben wird. Aber was Sie geschaffen haben und weiter schaffen, wird länger dauern als dieser Marmor.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

Von L. Kronecker.

(Vorgetragen am 12. April [s. oben S. 427].)

(Fortsetzung.)

XXIX. Bedeutet $(M', M'', M''', \ldots)$, wie im vorhergehenden und auch schon im ersten Abschnitte, irgend ein Divisorensystem $n$ter Stufe, dessen Elemente ganze Functionen von $x_1, x_2, \ldots x_n$ mit Coefficienten des Rationalitätsbereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ sind, und bilden die ν ganzen Functionen $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ unter Hinzunahme der Zahl *Eins* ein Fundamentalsystem, so ist jedes Product von Potenzen der Variabeln x:

$$x_1^{h_1} x_2^{h_2} \ldots x_n^{h_n} \qquad (h_1, h_2, \ldots h_n = 0, 1, 2, \ldots),$$

im Sinne der Congruenz für das Divisorensystem $(M', M'', M''', \ldots)$, als ganze lineare Function von $f_1, f_2, \ldots f_\nu$ mit Coefficienten des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$ darstellbar. Die sämmtlichen ganzen Functionen:

$$\sum_{h_1, h_2, \ldots h_n} Z_{h_1, h_2, \ldots h_n} x_1^{h_1} x_2^{h_2} \ldots x_n^{h_n} \qquad \begin{pmatrix} h_1, h_2, \ldots h_n = 0, 1, 2, \ldots \\ h_1 + h_2 + \ldots + h_n \leqq r \end{pmatrix},$$

deren Dimension eine beliebig angenommene Zahl r nicht übersteigt, lassen sich daher *modulis* $M', M'', M''', \ldots$ auf die Form:

$$z_0 + z_1 f_1 + z_2 f_2 + \ldots + z_\nu f_\nu$$

bringen, und es werden dabei $z_0, z_1, \ldots z_\nu$ lineare homogene Functionen der Grössen Z mit Coefficienten des Bereichs $(\mathfrak{R}', \mathfrak{R}'', \mathfrak{R}''', \ldots)$.

Aus dem System der Coefficienten Z wird auf diese Weise ein System von $\nu + 1$ linearen homogenen Functionen derselben abgeleitet, oder es wird die Mannigfaltigkeit der Grössen Z auf die $(\nu + 1)$fache Mannigfaltigkeit der Grössen z bezogen. Für die Systeme von $(\nu + 1)$ Grössen z ergiebt sich ferner eine gewisse Art der »Composition«, wenn man dasjenige System, welches bei der Multiplication zweier Ausdrücke:

$$z_0 + z_1 f_1 + \ldots + z_\nu f_\nu, \quad z_0' + z_1' f_1 + \ldots + z_\nu' f_\nu$$

resultirt, als das aus den Systemen (z) und (z') »componirte« bezeichnet. Eben dasselbe componirte System erhält man, wenn man an Stelle des Divisorensystems $(M', M'', M''', \ldots)$ das zu derselben Classe gehörige normale Modulsystem $(N', N'', N''', \ldots)$ einführt, dessen Elemente:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\ h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

sind. Man hat dann die Variabeln y selbst an Stelle der Functionen f zu nehmen und also das componirte System:

$$(z_0'', z_1'', z_2'', \ldots z_\nu'')$$

mittels der Congruenz:

$$\sum_k y_k z_k \sum_k y_k z_k' \equiv \sum_k y_k z_k'' \,(\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots) \qquad (k = 0, 1, \ldots \nu;\ y_0 = 1)$$

zu bestimmen, welche auch in der Form:

$$\sum_{h,i,k} c_i^{(h,k)} y_i z_h z_k' \equiv \sum_i y_i z_i'' \,(\text{modd.}\, N', N'', N''', \ldots) \qquad (h, i, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

dargestellt werden kann, wenn man, wie oben, $y_0 = 1$, ferner:

$$c_i^{(0,k)} = c_i^{(k,0)} = \delta_{ik} \qquad (i, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

und für alle Werthe von h, k:

$$c_i^{(h,k)} = c_i^{(k,h)}$$

setzt. Hiernach erhält man zur Bestimmung des componirten Systems die $\nu + 1$ Gleichungen:

$$z_i'' = \sum_{h,k} c_i^{(h,k)} z_h z_k' \qquad (h, i, k = 0, 1, \ldots \nu),$$

und es bilden also die schon im art. I eingeführten Grössen $c_i^{(h,k)}$ die Coefficienten der bilinearen Formen, durch welche die Elemente des componirten Systems als Functionen der Elemente der beiden Componenten ausgedrückt werden.

Bezeichnet man, wie es offenbar sachgemäss ist, auch das durch Addition der entsprechenden Elemente zweier Systeme entstehende System:

$$(z_0 + z_0', z_1 + z_1', \ldots z_\nu + z_\nu')$$

als ein »componirtes«, so hat man zwei verschiedene Arten der Composition, von denen die eine durch die Gleichungen:

$$(\mathfrak{A}) \qquad z_i'' = z_i + z_i' \qquad (i = 0, 1, \ldots \nu),$$

die andere durch die Gleichungen:

$$(\mathfrak{B}) \qquad z_i'' = \sum_{h,k} c_i^{(h,k)} z_h z_k' \qquad (h, i, k = 0, 1, \ldots \nu)$$

bestimmt wird, und es ist die eigenthümliche Beschaffenheit der Coefficienten $c_i^{(h,k)}$, durch welche bewirkt wird, dass das Resultat der

mit ($\mathfrak{B}$) bezeichneten Art der Composition beliebig vieler Systeme (z) bei Veränderung der Reihenfolge der Composition nicht alterirt wird. Diese Eigenschaft der Coefficienten $c_i^{(h,k)}$ deckt sich vollständig mit jener in den ersten Abschnitten dargelegten, wonach die Elemente:

$$y_h y_k - c_0^{(h,k)} - c_1^{(h,k)} y_1 - c_2^{(h,k)} y_2 - \ldots - c_\nu^{(h,k)} y_\nu \qquad (h \leqq k;\, h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

ein eigentliches Divisorensystem (vom Range ν und von der Ordnung $\nu + 1$) constituiren, und deshalb die entsprechenden Relationen zwischen den Rechnungssymbolen $i_1, i_2, \ldots i_\nu$:

$$i_h i_k = c_0^{(h,k)} + c_1^{(h,k)} i_1 + c_2^{(h,k)} i_2 + \ldots + c_\nu^{(h,k)} i_\nu \qquad (h \leqq k;\, h, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

zur Bildung solcher complexen Zahlen geeignet sind, für welche die gewöhnlichen algebraischen Rechnungsregeln Geltung behalten.

Bei dieser abstracten, nicht bloss von der Symbolik der complexen Zahlen sondern auch von dem methodischen Hülfsmittel der unbestimmten Variabeln absehenden Betrachtung der »Systeme« von $\nu + 1$ Grössen z tritt das eigentliche Wesen der Sache reiner hervor, und es lassen sich deshalb die allgemeineren Fragen, auf welche noch einzugehen ist, daran besser anknüpfen.

XXX. Schon bei meinen Untersuchungen über Systeme von Functionen mehrerer Variabeln, welche im Monatsbericht vom März 1869 auszugsweise veröffentlicht sind, bin ich darauf geführt worden, reelle Variable:

$$\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_n$$

zu einem »Systeme« begrifflich zusammenzufassen. Da ein System von drei Grössen, wenn man dieselben als Raumcoordinaten nimmt, durch einen Punkt im Raume repraesentirt werden kann, so habe ich a. a. O. auch Werthsysteme $(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_n)$ als »Punkte« und stetige Folgen derselben als »Linien« einer $n$fachen Mannigfaltigkeit bezeichnet. Die Benutzung dieser Ausdrücke für den Fall von beliebig vielen Variabeln erscheint insofern unbedenklich, als ihre ursprüngliche geometrische Bedeutung auch im gewöhnlichen Sprachgebrauch bereits vielfach abgestreift ist. Doch möchte, wo es sich nicht um Verfolgung von Analogieen handelt, die uns die analytische Geometrie bietet, die begriffliche Zusammenfassung der Variabeln:

$$\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_n$$

schon deshalb passender durch eine allgemeine Bezeichnung wie: »System« oder »Complex« ausgedrückt werden, weil auch vorbehalten werden soll, den Variabeln $\mathfrak{z}$ andere Werthe als die reeller Zahlen beizulegen, z. B. zuzulassen, dass dafür ganze Functionen von gewissen Unbestimmten genommen werden. Die Zusammenfassung der n Grössen $\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_n$ soll in üblicher Weise durch Einschliessung

in Parenthesen angedeutet und zuweilen kurz durch $(\mathfrak{z})$ statt durch $(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_n)$ bezeichnet werden.

Die Systeme $(\mathfrak{z})$ kann man sich auch in irgend eine Aequivalenzbeziehung gesetzt denken. Dabei können die Bedingungen in solcher Form aufgestellt werden, dass aus irgend einem Systeme $(\mathfrak{z})$ mittels eines vorgeschriebenen Verfahrens ein aequivalentes System $(\mathfrak{z}')$ abgeleitet wird; die Bedingungen müssen aber so beschaffen sein, dass aus dem Bestehen der Aequivalenzen:

$$(\mathfrak{z}) \sim (\mathfrak{z}'), \quad (\mathfrak{z}) \sim (\mathfrak{z}'')$$

die Aequivalenz:

$$(\mathfrak{z}') \backsim (\mathfrak{z}'')$$

folgt. Nimmt man für das System $(\mathfrak{z}'')$ das System $(\mathfrak{z}')$ selbst, so sieht man, dass bei der über die Aequivalenzbedingungen gemachten Voraussetzung jedes System sich selber aequivalent ist. Nimmt man ferner für das System $(\mathfrak{z}'')$ das System $(\mathfrak{z})$, so erweist sich die Aequivalenz:

$$(\mathfrak{z}') \backsim (\mathfrak{z})$$

als eine Folge der Aequivalenzen:

$$(\mathfrak{z}) \backsim (\mathfrak{z}'), \quad (\mathfrak{z}) \backsim (\mathfrak{z}).$$

Von diesen ist aber, wie sich eben gezeigt hat, die letztere an sich erfüllt. Die Aequivalenzbedingungen sind also vermöge der gemachten Voraussetzung so beschaffen, dass sich auch aus dem abgeleiteten Systeme in der durch die Bedingungen vorgeschriebenen Weise wiederum das ursprüngliche System ergiebt.

Es seien nun $(\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}''), \ldots$ eine Anzahl (auch im Sinne der Aequivalenz) von einander verschiedener Systeme, und durch die Aequivalenz:

$$(\mathfrak{C}) \qquad \theta\big((\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}')\big) \backsim (\mathfrak{z}'')$$

werde ausgedrückt, dass das System $(\mathfrak{z}'')$ mittels eines bestimmten Verfahrens aus den beiden Systemen $(\mathfrak{z})$ und $(\mathfrak{z}')$ abzuleiten oder zu »componiren« ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Compositions-Bedingung:

$$(\mathfrak{C}') \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}), \theta\big((\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}'')\big)\Big) \backsim \theta\Big((\mathfrak{z}'), \theta\big((\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}'')\big)\Big)$$

erfüllt ist, d. h. dass man zu demselben System gelangt, wenn man zuerst $(\mathfrak{z}')$ mit $(\mathfrak{z}'')$ und dann $(\mathfrak{z})$ mit dem resultirenden System componirt, als wenn man zuerst $(\mathfrak{z})$ mit $(\mathfrak{z}'')$ und dann $(\mathfrak{z}')$ mit dem resultirenden System componirt.

Giebt es nun zwei Systeme $(\mathfrak{z}^0), (\mathfrak{z}')$, für welche:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^0), (\mathfrak{z}')\big) \backsim (\mathfrak{z}')$$

ist, und stehen die drei Systeme $(\mathfrak{z})$, $(\mathfrak{z}')$, $(\mathfrak{z}'')$ in der durch die Aequivalenz:

$$\theta\big((\mathfrak{z}''), (\mathfrak{z}')\big) \sim (\mathfrak{z})$$

ausgedrückten Beziehung zu einander, so besteht auch die Aequivalenz:

$$\theta\Big((\mathfrak{z}''), \theta\big((\mathfrak{z}^0), (\mathfrak{z}')\big)\Big) \sim (\mathfrak{z}).$$

Vertauscht man hierin, wie es gemäss der Compositions-Bedingung $(\mathfrak{C}')$ zulässig ist, die Systeme $(\mathfrak{z}^0)$ und $(\mathfrak{z}'')$ mit einander und ersetzt dann $\theta\big((\mathfrak{z}''), (\mathfrak{z}')\big)$ durch $(\mathfrak{z})$, so resultirt die Aequivalenz:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^0), (\mathfrak{z})\big) \sim (\mathfrak{z}),$$

und es zeigt sich also,

> dass nicht nur das System $(\mathfrak{z}')$ selbst, sondern auch jedes andere, welches aus der Composition irgend eines Systems mit $(\mathfrak{z}')$ hervorgeht, ganz ungeändert bleibt, wenn jenes System $(\mathfrak{z}^0)$ mit demselben componirt wird.

Setzt man nun voraus,

> dass für je zwei vorhandene Systeme $(\mathfrak{z})$, $(\mathfrak{z}')$ auch ein System $(\mathfrak{z}'')$ vorhanden ist, aus dessen Composition mit $(\mathfrak{z}')$ das System $(\mathfrak{z})$ resultirt, so wie dass wenigstens *ein* System $(\mathfrak{z}')$ vorhanden ist, welches ungeändert bleibt, wenn $(\mathfrak{z}^0)$ damit componirt wird,

so folgt,

> dass alsdann für *jedes* der vorhandenen Systeme $(\mathfrak{z})$ die Aequivalenz:
>
> $$\theta\big((\mathfrak{z}^0), (\mathfrak{z})\big) \sim (\mathfrak{z})$$
>
> besteht, d. h. dass die Composition von $(\mathfrak{z}^0)$ mit *irgend einem* Systeme $(\mathfrak{z})$ dasselbe ungeändert lässt.

Diese allgemeinere Deduction ist geeignet, jene speciellere im art. XXIII zu ersetzen, wenn man für das System $(\mathfrak{z})$ die Systeme der ν Coefficienten der a. a. O. behandelten linearen homogenen Functionen von $y_1, y_2, \ldots y_\nu$ nimmt und als Bedingungen der Composition die Gleichungen:

$$\mathfrak{z}_i'' = \sum_{h,k} c_i^{(h,k)} \mathfrak{z}_h \mathfrak{z}_k' \qquad (h, i, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

festsetzt, für welche alle oben gemachten Voraussetzungen erfüllt sind. Denn wenn gemäss der a. a. O. mit (II) bezeichneten Voraussetzung $\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots \mathfrak{z}_\nu$ solche Werthe sind, dass die Determinante:

$$\left| \sum_{h=1}^{h=\nu} \mathfrak{z}_h c_i^{(h,k)} \right| \qquad (i, k = 1, 2, \ldots \nu)$$

von Null verschieden ist, so giebt es offenbar ein System $(\mathfrak{z}^0)$, wofür die Gleichungen:

$$\mathfrak{z}_i = \sum_{h,k} c_i^{(h,k)} \mathfrak{z}_h \mathfrak{z}_k^0 \qquad (h, i, k = 1, 2, \ldots n)$$

bestehen, und dieselben behalten gemäss der obigen Deduction ihre Geltung, wenn das System $(\mathfrak{z})$ durch irgend ein anderes ersetzt wird.

XXXI. Die Composition der Systeme $(\mathfrak{z})$:

$$(\mathfrak{C}) \qquad \theta\big((\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}')\big) \sim (\mathfrak{z}'')$$

ist schon im vorigen Abschnitte der Compositionsbedingung:

$$(\mathfrak{C}') \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}), \theta\big((\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}'')\big)\Big) \sim \theta\Big((\mathfrak{z}'), \theta\big((\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}'')\big)\Big)$$

unterworfen worden; zu dieser möge nunmehr noch die folgende hinzugenommen werden:

$$(\mathfrak{C}'') \qquad \theta\big((\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}')\big) \sim \theta\big((\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z})\big).$$

Componirt man nun der Reihe nach die Systeme:

$$(\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}''), (\mathfrak{z}'''), \ldots,$$

d. h. erst $(\mathfrak{z})$ mit $(\mathfrak{z}')$, dann das resultirende System mit $(\mathfrak{z}'')$, das bei dieser weiteren Composition sich ergebende System mit $(\mathfrak{z}''')$ u. s. f., so entsteht ein bestimmtes componirtes System, und auf Grund der beiden Compositionsbedingungen $(\mathfrak{C}')$ und $(\mathfrak{C}'')$ muss dasselbe componirte System resultiren, wenn man in jener Reihe der Systeme, welche die Componenten bilden, irgend zwei benachbarte mit einander vertauscht. Hieraus folgt aber unmittelbar,

> dass überhaupt das Resultat der Composition beliebig vieler Systeme von der Reihenfolge, in welcher die Composition erfolgt, unabhängig ist.

Geht man von irgend einem Systeme $(\mathfrak{z}^{(1)})$ aus und bezeichnet:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^{(1)}), (\mathfrak{z}^{(1)})\big)$$

mit $\mathfrak{z}^{(2)}$, ferner:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^{(1)}), (\mathfrak{z}^{(2)})\big)$$

mit $\mathfrak{z}^{(3)}$ u. s. f., und setzt dann allgemein für eine beliebige Zahl m:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^{(1)}), (\mathfrak{z}^{(m)})\big) = (\mathfrak{z}^{(m+1)}),$$

so ist offenbar für irgend zwei ganze Zahlen m und n:

$$\theta\big((\mathfrak{z}^{(m)}), (\mathfrak{z}^{(n)})\big) = (\mathfrak{z}^{(m+n)});$$

der Index des componirten Systems ist also gleich der Summe der Indices der Componenten. Dies bleibt bestehen, wenn man auch Brüche als Indices einführt und mit:

$$\left(\mathfrak{z}^{\left(\frac{m}{n}\right)}\right)$$

ein System bezeichnet, welches so beschaffen ist, dass aus der Composition von n Systemen, die mit demselben identisch oder auch nur aequivalent sind, das System $(\mathfrak{z}^{(m)})$ resultirt.

Werden die vorhandenen Systeme durch solche, welche mit $\left(\mathfrak{z}^{\left(\frac{m}{n}\right)}\right)$ zu bezeichnen sind, nicht erschöpft, und ist dann $(\mathfrak{z})$ irgend ein anderes System, so kann man in analoger Art eine Reihe von Systemen mit $\left(\bar{\mathfrak{z}}^{\left(\frac{m}{n}\right)}\right)$ bezeichnen, und demgemäss jedes aus:

$$\left(\mathfrak{z}^{\left(\frac{m}{n}\right)}\right) \text{ und } \left(\bar{\mathfrak{z}}^{\left(\frac{m'}{n'}\right)}\right)$$

componirte System durch das System der Indices $\left(\frac{m}{n}, \frac{m'}{n'}\right)$ charakterisiren. Wenn man in der angegebenen Weise fortfährt, so gelangt man zu einer Bezeichnung aller vorhandenen Systeme durch »Indexsysteme«:

$$(z_1, z_2, z_3, \ldots),$$

deren Elemente $z_1, z_2, z_3, \ldots$ rationale Zahlen sind, und diese Bezeichnungsweise ist jener Composition der Systeme $(\mathfrak{z})$ genau angepasst, indem dasjenige System, welches durch Composition der mit:

$$(z_1, z_2, z_3, \ldots), \ (z'_1, z'_2, z'_3, \ldots)$$

bezeichneten Systeme entsteht, mit:

$$(z_1 + z'_1, z_2 + z'_2, z_3 + z'_3, \ldots)$$

bezeichnet ist.

Das Ergebniss der vorstehenden Entwickelung kann so formulirt werden:

(R) Giebt es für eine Anzahl von Grössensystemen ein den Bedingungen $(\mathfrak{C}')$ und $(\mathfrak{C}'')$ entsprechendes Compositions-Verfahren, dessen Resultat vermöge jener Voraussetzungen von der bei dem Verfahren beobachteten Reihenfolge unabhängig ist, so kann man für die Grössensysteme stets eine solche Bezeichnung durch Systeme reeller Zahlen:

$$(z_1, z_2, z_3, \ldots)$$

wählen, dass jene Composition durch Addition der gleichnamigen System-Elemente ausgedrückt wird.

Dies soll zuvörderst an einigen Beispielen erläutert werden.

XXXII. Nimmt man an Stelle der oben mit $(\mathfrak{z})$ bezeichneten Systeme die sämmtlichen positiven ganzen Zahlen bis zu irgend einer

Zahl M und an Stelle der Composition je zweier Systeme die Multiplication je zweier Zahlen, so wird gemäss der obigen Auseinandersetzung jede ganze Zahl n durch ein System:

$$(z_1, z_2, z_3, \ldots)$$

bezeichnet, für welches:

$$n = p_1^{z_1} p_2^{z_2} p_3^{z_3} \ldots$$

ist. Dabei bedeuten $p_1, p_2, p_3, \ldots$ die sämmtlichen Primzahlen, die kleiner als M sind, und die Exponenten z können die Werthe $0, 1, 2, \ldots$ annehmen, jedoch nur mit den durch die Bedingung $n \leqq M$ gebotenen Beschränkungen.

Nimmt man ferner für die Systeme ($\mathfrak{Z}$) die sämmtlichen positiven Grössen von 0 bis ∞ und wieder, wie im vorigen Beispiel, die Multiplication für die Composition, so tritt an die Stelle jenes im art. XXX mit ($\mathfrak{Z}^0$) bezeichneten Systems die Zahl *Eins*, und die Bezeichnung, welche für die positiven Grössen resultirt, ist die durch ihren Logarithmus, bei beliebig angenommener Basis. Die genauere Bedeutung, in welcher dieses Resultat aus dem allgemeineren (R) des art. XXXI hervorgeht, bedarf jedoch einer näheren Erörterung, da dort Reihen discreter Systeme ($\mathfrak{Z}$) zu Grunde gelegt und rationale Zahlen als deren Indices hergeleitet worden sind, während hier von der stetigen Folge aller positiven Grössen ausgegangen wird und ihre Logarithmen als Indices erscheinen.

Bedeuten $p_1, p_2, p_3, \ldots p_\nu$ die ersten ν Primzahlen und $h_1, h_2, h_3, \ldots h_\nu$ ganzzahlige (positive und negative) in gewissen Grenzen eingeschlossene Werthe, so wird durch den Ausdruck:

$$p_1^{h_1} p_2^{h_2} p_3^{h_3} \ldots p_\nu^{h_\nu} \qquad \begin{pmatrix} -m_\alpha < h_\alpha < n_\alpha \\ \alpha = 1, 2, 3, \ldots \nu \end{pmatrix},$$

wobei die mit m_α und n_α bezeichneten positiven ganzen Zahlen beliebig gross angenommen werden können, eine Reihe rationaler Zahlen:

$$r_1, r_2, r_3, \ldots$$

dargestellt, welche man durch die Indexsysteme:

$$(h_1, h_2, h_3, \ldots h_\nu)$$

bezeichnen kann. Aber man kann auch irgend eine dieser rationalen Zahlen r, welche mit b bezeichnet werden möge, als Basis nehmen und alle Zahlen r als Potenzen von b annäherungsweise so darstellen, dass man sich dabei, der Entwickelung im vorigen Abschnitte entsprechend, auf rationale Exponenten beschränkt. Denn durch diese Exponenten soll ja nur eine eindeutige Bezeichnung gewährt werden, welche so beschaffen ist, dass, wenn $r', r'', r''', \ldots$ eine Anzahl (gleicher oder verschiedener) rationaler Zahlen:

$$p_1^{h_1} p_2^{h_2} p_3^{h_3} \dots p^{h_\nu} \qquad \left(\begin{matrix} -m_\alpha < h_\alpha < n_\alpha \\ \alpha = 1, 2, 3, \dots \nu \end{matrix}\right)$$

sind, deren Product sich ebenfalls unter diesen rationalen Zahlen findet, der Werth des Products $r'r''r'''\dots$ eindeutig durch die Summe der einzelnen zu $r', r'', r''', \dots$ gehörigen Exponenten bestimmt wird. Dass dies wirklich — auch bei Beschränkung auf rationale Exponenten — der Fall ist, soll nunmehr dargethan werden.

Bezeichnet man mit R den Werth des Products $r'r''r'''\dots$, mit $l-3$ die Anzahl der Factoren $r', r'', r''', \dots$ und mit L den Werth von:

$$p_1^{n_1+m_1} p_2^{n_2+m_2} p_3^{n_3+m_3} \dots p_\nu^{n_\nu+m_\nu},$$

so braucht man nur Brüche mit einem Nenner μ zu nehmen, welcher den absoluten Werth von $L \log b$ übersteigt, für welchen also, wenn $b > 1$ gewählt wird:

$$\mu > lL \log b$$

ist, um der obigen Forderung zu entsprechen. Nimmt man nämlich für μ irgend eine der angegebenen Grössenbedingung entsprechende ganze Zahl und bestimmt dann für jeden der Factoren r eine ganze Zahl λ gemäss den Ungleichheitsbedingungen:

$$r^{2\mu} \leq b^{2\lambda+1} < b^2 r^{2\mu},$$

so ist λ die dem Werthe $\mu \dfrac{\log r}{\log b}$ zunächst liegende positive oder negative ganze Zahl[1], und die Summe:

$$\frac{\lambda'}{\mu} + \frac{\lambda''}{\mu} + \frac{\lambda'''}{\mu} + \dots$$

unterscheidet sich also von $\log r'r''r'''\dots$ oder $\log R$ nur um eine Grösse, deren absoluter Werth die Anzahl der Factoren r, dividirt durch 2μ, also die Grösse $\dfrac{l-3}{2\mu}$ nicht übersteigt. Bedeutet Λ in analoger Weise die dem Werthe $\mu \dfrac{\log R}{\log b}$ zunächst liegende positive oder negative ganze Zahl, so unterscheidet sich $\dfrac{\log R}{\log b}$ von $\dfrac{\Lambda}{\mu}$ um nicht mehr als $\dfrac{1}{2\mu}$; die Brüche:

---

[1] Wenn zwei ganze Zahlen gleich nahe liegen, muss die nächst grössere genommen werden, so dass, wie in meinem Aufsatze: »Die absolut kleinsten Reste reeller Grössen« die einer Grösse a zunächst liegende positive oder negative ganze Zahl durch die Differenz $a - R(a)$ dargestellt und $R(a)$ dabei durch die Ungleichheit $-\frac{1}{2} \leq R(a) < \frac{1}{2}$ bestimmt wird (vergl. den Sitzungsbericht vom 30. April 1885).

$$\frac{\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \dots}{\mu} \quad \text{und} \quad \frac{\Lambda}{\mu}$$

unterscheiden sich also von einander um nicht mehr als $\frac{l-2}{2\mu}$, d. h.

der mit $\frac{\Lambda}{\mu}$ bezeichnete Index des Products $r'r''r'''\dots$ unterscheidet sich von der Summe der Indices der Factoren um einen Betrag, der $\frac{l-2}{2\mu}$ nicht übersteigt.

Die bis auf einen Betrag von höchstens $\frac{l-2}{2\mu}$ angenäherte Bestimmung des Index genügt aber zur vollständigen Bestimmung der durch den Index bezeichneten rationalen Zahl:

$$p_1^{h_1} p_2^{h_2} p_3^{h_3} \dots p_\nu^{h_\nu} \qquad \begin{pmatrix} -m_\alpha < h_\alpha < n_\alpha \\ \alpha = 1, 2, 3, \dots \nu \end{pmatrix}.$$

Denn je zwei dieser Zahlen liegen um mehr als $\frac{1}{P}$ aus einander, wobei P die durch die Gleichung:

$$P = p_1^{m_1} p_2^{m_2} \dots p_\nu^{m_\nu}$$

angegebene Bedeutung hat. Wenn ferner für irgend eine der Zahlen r, wie oben, λ die dem Werthe $\mu \frac{\log r}{\log b}$ zunächst liegende ganze Zahl, also:

$$\lambda = \mu \frac{\log r}{\log b} - \tfrac{1}{2}\varepsilon \qquad (-1 \leqq \varepsilon < +1)$$

ist, und ebenso für eine andere Zahl r°, welche kleiner als r vorausgesetzt werden kann:

$$\lambda^\circ = \mu \frac{\log r^\circ}{\log b} - \tfrac{1}{2}\varepsilon^\circ \qquad (-1 \leqq \varepsilon^\circ < +1),$$

so ist die Differenz der beiden zu r und r° gehörigen Indices, nämlich $\frac{\lambda - \lambda^\circ}{\mu}$, grösser als:

$$\frac{\log r - \log r^\circ}{\log b} - \frac{1}{\mu}.$$

Es finden daher die Ungleichheiten statt:

$$\frac{\lambda - \lambda_0 + 1}{\mu} > \frac{\log r - \log r^\circ}{\log b},$$

$$\log r - \log r^\circ > \log\left(r^\circ + \frac{1}{P}\right) - \log r^\circ = \log\left(1 + \frac{1}{r^\circ P}\right),$$

und da:

$$\log \frac{1}{1-x} > x \qquad (x<1),$$

also, wenn $x = \frac{1}{r^0 P + 1}$ gesetzt wird:

$$\log r - \log r^0 > \frac{1}{r^0 P + 1}$$

ist, so folgt:

$$\frac{\lambda - \lambda^0}{\mu} > \frac{1}{(r^0 P + 1)\log b} - \frac{1}{\mu}.$$

Da aber

$$1 + r^0 P = 1 + p_1^{h_1+m_1} p_2^{h_2+m_2} \dots p_\nu^{h_\nu+m_\nu} \qquad (h_1 < n_1, h_2 < n_2, \dots h_\nu < n_\nu),$$

also:

$$1 + r^0 P < p_1^{m_1+n_1} p_2^{m_2+n_2} \dots p_\nu^{m_\nu+n_\nu} = L$$

ist, so muss:

$$\frac{\lambda - \lambda^0}{\mu} > \frac{1}{L \log b} - \frac{1}{\mu}$$

sein, und da μ so gewählt worden ist, dass

$$\frac{1}{L \log b} > \frac{l}{\mu}$$

wird, so resultirt endlich die Ungleichheit:

$$\frac{\lambda - \lambda^0}{2\mu} > \frac{l}{2\mu} - \frac{1}{\mu},$$

welche in der That zeigt, dass die Indices von je zwei Zahlen:

$$p_1^{h_1} p_2^{h_2} p_3^{h_3} \dots p_\nu^{h_\nu} \qquad \begin{pmatrix} -m_\alpha < h_\alpha < n_\alpha \\ \alpha = 1, 2, 3, \dots n \end{pmatrix}$$

um mehr als $\frac{l-2}{\mu}$ auseinanderliegen, dass also die bis auf einen Betrag von $\frac{l-2}{2\mu}$ a n g e n ä h e r t e Bestimmung des Index einer Zahl r zu deren v o l l s t ä n d i g e r Bestimmung ausreicht.

XXXIII. Das Wesentliche der im vorigen Abschnitte enthaltenen Deduction tritt klarer hervor, wenn man von jeder besonderen Bildungsweise der Zahlen r absieht und vielmehr irgend eine Reihe rationaler Zahlen:

$$r_0, r_1, r_2, r_3, \dots r_n$$

zu Grunde legt, in welcher die erste Zahl r_0 gleich *Eins* und jede folgende grösser als die vorhergehende ist.

Es sei nun t eine ganze Zahl, für welche der Werth von $\frac{1}{t-1}$ kleiner als der kleinste Abstand je zweier Zahlen r ist; ferner sei b irgend eine rationale Zahl, die grösser als *Eins* ist und μ eine ganze Zahl, welche nur für die folgenden Entwickelungen entsprechend gross zu wählen ist. Alsdann bestimme man, wie im vorigen Abschnitte, für jede Zahl r_h eine ganze Zahl λ_h gemäss den Ungleichheitsbedingungen:

$$r_h^{2\mu} < b^{2\lambda_h+1} < b^2 r_h^{2\mu}$$

und betrachte alle diejenigen Grössen als »mit r_h aequivalent«, welche in dem durch die beiden Grössen:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1}+\lambda_h}{2\mu}+\tau_h}, \quad b^{\frac{\lambda_h+\lambda_{h+1}}{2\mu}-\tau_{h+1}}$$

eingeschlossenen Intervalle liegen. Wird dabei:

$$\tau_h = \frac{(2\lambda_h+1)\,t\log b}{4\mu^2}$$

und μ hinreichend gross genommen,[1] so liegt offenbar r_h selbst in dem bezeichneten Intervalle.

Sind $r', r'', r''', \ldots$ irgend welche unter einander gleiche oder verschiedene der Zahlen $r_1, r_2, \ldots r_n$, und ist das Product $r' r'' r''' \ldots$ einer Zahl r_h aequivalent, so bestimmt sich die zu r_h gehörige Zahl λ_h vollständig durch die zu den Factoren $r', r'', r''', \ldots$ gehörigen Zahlen $\lambda', \lambda', \lambda''', \ldots,$

> indem für λ_h diejenige unter den Zahlen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ zu nehmen ist, welche der Summe $\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots$ zunächst liegt.

Ist nämlich $r' r'' r''' \ldots \infty r_h$, so bestehen die Ungleichheiten:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1}+\lambda_h}{2\mu}+\tau_h} < r' r'' r''' \ldots < b^{\frac{\lambda_h+\lambda_{h+1}}{2\mu}-\tau_{h+1}},$$

aus denen, da für jede der Zahlen r:

$$b^{\frac{\lambda-\frac{1}{2}}{\mu}} < r < b^{\frac{\lambda+\frac{1}{2}}{\mu}}$$

ist, die folgenden hervorgehen:

$$\lambda_{h-1} + \lambda_h - m + 2\mu\tau_h < 2(\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots) < \lambda_h + \lambda_{h+1} + m - 2\mu\tau_{h-1}.$$

Mit m ist hierin die Anzahl der Factoren $r', r'', r''', \ldots$ bezeichnet, und diese genügt offenbar der Ungleichheitsbedingung:

$$r_1^m < r_h,$$

[1] Für $\log b$ kann ein hinreichend angenäherter rationaler Werth genommen werden.

wenn $r' r'' r''' \ldots < r_h$ ist, während, wenn $r_h < r' r'' r''' \ldots < r_{h+1}$ ist, wenigstens die Ungleichheit:

$$r_1^m < r_{h+1}$$

besteht. Nun ist:

$$1 + \frac{1}{t+1} < r_1 \, , \quad \frac{1}{t} < \log\left(1 + \frac{1}{t-1}\right) < \log r_1$$

$$\log r_h < \frac{2\lambda_h + 1}{2\mu} \log b \, , \; \log r_{h+1} < \frac{2\lambda_{h+1} + 1}{2\mu} \log b \, ,$$

also:

$$\frac{m}{t} < \frac{2\lambda_h + 1}{2\mu} \log b = \frac{2\mu\tau_h}{t} \qquad (r' r'' r''' \ldots < r_h)$$

$$\frac{m}{t} < \frac{2\lambda_{h+1} + 1}{2\mu} \log b = \frac{2\mu\tau_{h+1}}{t} \qquad (r_h < r' r'' r''' \ldots < r_{h+1}),$$

d. h. es ist je nach den beiden unterschiedenen Fällen:

$$m < 2\mu\tau_h \;, \quad m < 2\mu\tau_{h+1} \, ,$$

und für die Summe $\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots$ resultiren daher die Ungleichheiten:

$$\tfrac{1}{2}(\lambda_{h-1} + \lambda_h) < \lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots < \tfrac{1}{2}(\lambda_h + \lambda_{h+1}) \, ,$$

welche zeigen, dass in der That λ_h diejenige von den Zahlen λ ist, welche der Summe $\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots$ zunächst liegt.

Andererseits folgt, wenn man von der Voraussetzung ausgeht, dass λ_h der Summe $\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots$ zunächst liegt, aus den Ungleichheiten:

$$\tfrac{1}{2}(\lambda_{h-1} + \lambda_h) < \lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots < \tfrac{1}{2}(\lambda_h + \lambda_{h+1}) \, ,$$

dass auch:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1} + \lambda_h}{2\mu}} < b^{\frac{\lambda' + \lambda'' + \lambda''' + \ldots}{\mu}} < b^{\frac{\lambda_h + \lambda_{h+1}}{2\mu}}$$

sein muss, und hieraus ergiebt sich, wenn man die Ungleichheiten:

$$r b^{-\frac{1}{2\mu}} < b^{\frac{\lambda}{\mu}} \leqq r b^{\frac{1}{2\mu}}$$

$$m < 2\mu\tau_h \;, \quad m < 2\mu\tau_{h+1}$$

anwendet, dass das Product $r' r'' r''' \ldots$ in dem durch die beiden Grössen:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1} + \lambda_h}{2\mu} - \tau_h} \, , \quad b^{\frac{\lambda_h + \lambda_{h+1}}{2\mu} + \tau_{h+1}}$$

begrenzten Intervalle liegt. Da es aber überdies in einem durch zwei Grössen:

$$b^{\frac{\lambda_{k-1} + \lambda_k}{2\mu} + \tau_k} \, , \quad b^{\frac{\lambda_k + \lambda_{k+1}}{2\mu} - \tau_{k+1}}$$

eingeschlossenen Intervalle liegen muss, so folgt, dass $k = h$ sein muss, und dass demnach die Ungleichheiten:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1}+\lambda_h}{2\mu}+\tau_h} < r'r''r'''\ldots \leq b^{\frac{\lambda_h+\lambda_{h+1}}{2\mu}-\tau_{h+1}}$$

bestehen, durch welche die zu beweisende Aequivalenz $r'r''r'''\ldots \backsim r_h$ definirt wird.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung für das Bestehen der Aequivalenz $r'r''r'''\ldots \backsim r_h$ kann daher in der That dadurch ausgedrückt werden, dass die der Zahl r_h entsprechende Zahl λ_h unter allen Zahlen λ diejenige sein muss, welche der Summe der den Factoren $r', r'', r''', \ldots$ entsprechenden Zahlen $\lambda', \lambda'', \lambda''', \ldots$ am nächsten liegt.

Nimmt man nun in den Entwickelungen des art. XXXI jene Zahlen $r_0, r_1, r_2, \ldots r_n$ an Stelle der Systeme (3) und die Multiplication der Zahlen r an Stelle der Composition der Systeme (3), so wird man dazu geführt, die Zahlen r_h durch die entsprechenden Brüche $\left(\frac{\lambda_h}{\mu}\right)$ zu bezeichnen, und bei Anwendung dieser Bezeichnung bestimmt sich das Product von Zahlen r durch die Summe der entsprechenden Brüche.

Der Quotient der beiden Grössen, welche die Intervalle einschliessen, innerhalb deren die Grössen als aequivalent betrachtet werden, ist gleich:

$$\frac{r_{h+1}}{r_{h-1}}\, b^{\tau_h+\tau_{h+1}+\frac{\varepsilon}{2\mu}} \qquad (-1 \leqq \varepsilon < 1)\,;$$

die Intervalle können also beliebig klein gemacht werden. Denn. wenn man zuerst die auf einander folgenden Grössen r einander beliebig nähert und alsdann, nachdem dadurch der Werth von t in:

$$\tau_h + \tau_{h+1} = \frac{\lambda_h + \lambda_{h+1} + 1}{2\mu^2}\, t \log b$$

vergrössert worden ist, die Zahl μ hinreichend gross wählt, so wird zuerst $\frac{r_{h+1}}{r_{h-1}}$ und alsdann $b^{\tau_h+\tau_{h+1}+\frac{\varepsilon}{2\mu}}$ beliebig nahe an Eins gebracht.

Für Producte $r'r''r'''\ldots$, deren Werth innerhalb einer der die Aequivalenz-Intervalle von einander trennenden, durch die Grenzen:

$$b^{\frac{\lambda_{h-1}+\lambda_h}{2\mu}-\tau_h},\quad b^{\frac{\lambda_{h-1}+\lambda_h}{2\mu}+\tau_h}$$

bezeichneten Lücken fällt, würde das Resultat der Addition der einzelnen Brüche $\frac{\lambda'}{\mu}, \frac{\lambda''}{\mu}, \frac{\lambda'''}{\mu}, \ldots$ unentschieden lassen, ob der Exponent derjenigen Potenz von b, welche dem Werth von $r'r''r'''\ldots$

gleich ist, näher an den zu r_h oder zu r_{h-1} gehörigen Exponenten liegt. Aber diese Lücken können offenbar durch Wahl einer hinreichend grossen Zahl μ beliebig klein gemacht werden.

XXXIV. In der vorstehenden Auseinandersetzung wird eigentlich nicht von den Grössen $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$ selbst, sondern nur von Intervallen:

$$\left(b^{\frac{2\lambda-1}{2\mu}}, b^{\frac{2\lambda+1}{2\mu}}\right),$$

in denen sie liegen, Gebrauch gemacht, und es können daher alle in einem solchen Intervalle liegenden rationalen Zahlen als »in einem engeren Sinne aequivalent« betrachtet werden. Zahlen, welche in diesem engeren Sinne aequivalent sind, können auch bei der Multiplication als Factoren für einander eintreten, nicht aber Zahlen, welche nur in jenem weiteren Sinne aequivalent sind, in welchem der Aequivalenz-Begriff für die Multiplications-Producte eingeführt worden ist. Dies verhält sich genau ebenso, wie bei der praktischen Rechnung mit Logarithmen, von welcher überhaupt die ganze obige theoretische Deduction abstrahirt ist. Wie nämlich die Summe von m Logarithmen, deren Werthe nur bis auf $\frac{1}{\mu}$ genau gegeben sind, mit einer Genauigkeit von höchstens $\frac{m}{\mu}$ bestimmt ist, so mussten oben die Aequivalenz-Intervalle für die Producte von Zahlen r, deren Logarithmen nur durch Intervalle von $\frac{1}{\mu}$ Grösse bestimmt waren, hinreichend gross gewählt werden, damit für jede Zahl m, d. h. für jede vorkommende Anzahl von Factoren, der Betrag von $\frac{m}{\mu}$ die Grösse jener Aequivalenz-Intervalle nicht überstiege. Diese oben mit $2\tau_h$ bezeichnete Intervallgrösse wurde deshalb in der That der Ungleichheit:

$$2\tau_h > \frac{m}{\mu}$$

entsprechend gewählt. Es war dabei wesentlich, dass die Zahl μ, und damit die Grösse des engeren Aequivalenz-Intervalles, unbestimmt gelassen, also deren zweckgemässe Bestimmung vorbehalten werden konnte. Dass die Möglichkeit, eine solche Bestimmung vorbehalten zu können, überall da vorhanden sein muss, wo bei theoretischen Deductionen angenäherte Werthe, also Aequivalenz-Intervalle, an Stelle der Zahlen selbst benutzt werden,[1] zeigt sich schon in den einfachsten Fällen.

[1] Dies geschieht z. B. bei Anwendung des Grenzbegriffs.

Bedeuten z. B. a und b zwei positive ganze Zahlen und x, y, z unbestimmte Variable, so tritt durch die Gleichung:

$$x^2y^2 - z^2 = y^2(x^2 - a) + a(y^2 - b) + ab - z^2,$$

oder durch die Congruenz:

$$x^2y^2 - z^2 \equiv 0 \text{ (modd. } x^2 - a, y^2 - b, z^2 - ab),$$

in Evidenz, dass:

$$xy = z, \text{ oder } xy = -z$$

ist, wenn x, y, z durch die Gleichungen:

$$x^2 = a, \; y^2 = b, \; z^2 = ab$$

definirt werden. Betrachtet man nun zwei rationale Zahlen als aequivalent, wenn sie, bei fixirtem Werth von δ, für irgend einen ganzzahligen Werth h zwischen $2(h - \delta)\tau$ und $2(h + 1 - \delta)\tau$, also innerhalb eines Intervalles von der Grösse 2τ liegen, so genügen drei positive rationale Zahlen r_1, r_2, r_3 den Aequivalenzen:

$$r_1^2 \backsim a, \; r_2^2 \backsim b, \; r_3^2 \backsim ab,$$

sobald in den Gleichungen:

$$r_1^2 - a = \sigma_1\tau, \; r_2^2 - b = \sigma_2\tau, \; r_3^2 - ab = \sigma_3\tau$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ absolut kleiner als *Eins* sind. Dann ist aber:

$$r_1 r_2 - r_3 = \frac{a\sigma_2 + b\sigma_1 - \sigma_3 + \sigma_1\sigma_2\tau}{r_1 r_2 + r_3}\tau,$$

und man hat also, um sich der Aequivalenz:

$$r_1 r_2 \backsim r_3$$

in dem bezeichneten Sinne zu versichern, die Aequivalenzen:

$$r_1^2 \backsim a, \; r_2^2 \backsim b, \; r_3^2 \backsim ab$$

in einem engeren Sinne, z. B. so zu befriedigen, dass jede der Grössen σ absolut kleiner als $\frac{1}{a + b + 2}$ wird.

Um ein zweites Beispiel zu geben, knüpfe ich an die Entwickelungen an, welche ich im III. Abschnitte meines Aufsatzes »Über den Zahlbegriff« gegeben habe.[1] Dort ist:

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots + a_nx^n,$$

gesetzt, wo $a_0, a_1, a_2, \ldots a_n$ ganze Zahlen bedeuten, und alsdann gezeigt, wie man eine ganze Zahl s bestimmen kann, welche so beschaffen ist, dass $f(x)$ in jedem Intervalle von der Grösse $\frac{1}{s}$ entweder

[1] Journal für Mathematik, Bd. 101, S. 347.

nur ein Mal oder gar nicht ihr Zeichen wechselt. Ist nun k eine Zahl, für welche die Werthe von

$$f\left(\frac{k-1}{s}\right), f\left(\frac{k}{s}\right)$$

entgegengesetztes Vorzeichen haben, so lässt sich, wie a. a. O. gezeigt ist, auch eine Zahl h bestimmen, für welche $f(x)$ im Intervalle:

$$\left(\frac{k}{s}-\frac{h}{rsD}, \frac{k}{s}-\frac{h-1}{rsD}\right)$$

das Vorzeichen wechselt und absolut durchweg kleiner als $\frac{1}{r}$ bleibt. Dabei bedeutet D den absoluten Werth der Discriminante von $f(x)$ und r eine beliebige positive ganze Zahl.

Ebenso wie oben der Aequivalenz $r_1^2 \backsim a$ die Ungleichheitsbedingung $r_1 > 0$ hinzugefügt werden musste, um r_1, oder vielmehr das Aequivalenz-Intervall von r_1, zu definiren, so sind hier die beiden Bestimmungen:

$$f(\rho) \backsim 0, \quad \frac{k-1}{s} < \rho < \frac{k}{s}$$

zur vollständigen Definition eines Aequivalenz-Intervalles für ρ erforderlich. Die Natur der Aufgabe selbst, nämlich die sogenannte Berechnung der Wurzeln der Gleichung $f(x) = 0$, verlangt daher schon eine gewisse Kleinheit des Aequivalenz-Intervalls und damit auch eine gewisse Grösse der Genauigkeit für die Berechnung. Man darf eine Wurzel der Gleichung $f(x) = 0$, wenn deren eindeutige Bestimmung erfordert wird, nicht mit so geringer Genauigkeit berechnen, dass zwei Wurzeln dabei confundirt werden können, und das Aequivalenz-Intervall muss demnach kleiner als der kleinste Abstand zweier Wurzeln gewählt werden.

Sowie ferner oben für die rationalen Zahlen ρ, welche der Aequivalenz $\rho^2 \backsim a$ in dem Sinne:

$$a - \tau < \rho^2 < a + \tau$$

genügen, ein kleineres Aequivalenz-Intervall τ', wofür:

$$\tau' < \frac{\tau}{2\sqrt{a}}$$

ist, gewählt werden muss, so hat man hier für die Zahlen ρ, welche der Aequivalenz $f(\rho) \backsim 0$ in dem Sinne:

$$|f(\rho)| < \frac{1}{r}$$

genügen, ein Aequivalenz-Intervall von der Grösse:

$$\frac{1}{rsD}$$

festzusetzen: und es ist wohl zu beachten, dass auch bei der Bestimmung dieser Intervallgrösse die Zahl s gebraucht wird.

(Fortsetzung folgt.)

Ausgegeben am 31. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Brunner las über das Constitutum Constantini.

2. Von Hrn. Zeller wurde eine Abhandlung des Hrn. Dr. Stein in Zürich über Leibniz in seinem Verhältniss zu Spinoza vorgelegt.

Der Abdruck dieser Abhandlung erfolgt umstehend.

Leibniz in seinem Verhältniss zu Spinoza auf Grundlage unedirten Materials entwickelungsgeschichtlich dargestellt.

Von Dr. Ludwig Stein
in Zürich.

(Vorgelegt von Hrn. Zeller.)

Die vielumstrittene Frage, ob und inwieweit Leibniz von Spinoza tiefergehende Einflüsse erfahren hat, ist fast so alt wie die Leibnizische Philosophie selbst. Noch bei Lebzeiten wurde ihm von seinem Freunde Bourguet der Vorwurf des Spinozismus gemacht, worauf Leibniz die hochbedeutsame Antwort gab:[1] Je ne sçay, Monsieur, comment vous en pouvés tirer quelque Spinozisme; c'est aller un peu vite en consequences. Au contraire c'est justement par ces Monades que le Spinozisme est detruit... Spinoza auroit raison, s'il n'y avoit point de monades. In diesem bisher nicht ausreichend beachteten Bekenntniss des Leibniz, dass seine Monadenlehre im bewussten und entschiedenen Gegensatz zur Spinozistischen Substanz entstanden sei, ist für den unbefangenen Forscher das Verhältniss der beiden Philosophen treffend charakterisirt. Und doch zieht sich die Streitfrage nach dem Verhältniss beider Philosophen seit anderthalb Jahrhunderten bis auf unsere Zeit herab, und taucht fast in jedem Jahrzehent periodisch immer wieder auf.

Auch die Königlich preussische Akademie hat diese Streitfrage bereits einmal beschäftigt. Als nämlich die Erdmann'sche Ausgabe der Leibnizischen Opera philosophica omnia 1840 erschien, entspann sich ein lebhaft geführter Streit darüber, ob die von Erdmann an's Licht gezogene Abhandlung de vita beata Spinozistische Einflüsse verrathe oder nicht. Erdmann hielt die ganze Abhandlung für ein lautsprechendes Zeugniss der tiefen Spuren, die Spinoza in die Denkrichtung des Leibniz eingegraben hat.[2] Gegen Erdmann suchte nun

[1] Vergl. die philosophischen Schriften von G. W. Leibniz, herausgegeben von C. J. Gerhardt, III. Band, 1887, S. 575.

[2] Erdmann, Leibnizii opera philosophica, p. XI.

Guhrauer, der verdienstvolle Biograph des Leibniz, in einer Reihe von Schriften[1] dessen Gründe für eine Anlehnung Leibnizens an die Spinozistische Philosophie mit einer fast an Tendenz streifenden Erregtheit zu entkräften. Einen Mittelweg schlug Weisse ein, indem er die Abhandlung de vita beata wohl als ein Denkmal Cartesianischer und Spinozistischer Beeinflussungen gelten lassen wollte, hingegen die Behauptung, Leibniz sei jemals voller Cartesianer oder Spinozist gewesen, nachdrücklichst bestritt.[2] Erdmann hielt indess seine ursprüngliche Behauptung allen Anfechtungen gegenüber ungeschmälert und bedingungslos aufrecht.[3]

Das Zünglein der Waage schwankte einige Zeit unentschieden, bis A. Trendelenburg zunächst dafür eintrat, dass die Abhandlung de vita beata wohl Anlehnungen an Cartesius, nicht aber an Spinoza enthalte, sodann aber auch noch den weiteren, allgemeineren Schluss zog, Leibniz könne schon chronologisch betrachtet tiefere Einwirkungen von Spinoza nicht erfahren haben. In einer in der Königlichen Akademie der Wissenschaften verlesenen Abhandlung[4] gelangte Trendelenburg zu dem Schlussergebniss, »dass Leibniz je Spinozist war, ist schon chronologisch so gut als unmöglich«.

Gegenüber dieser zuversichtlichen Behauptung Trendelenburg's will ich nun auf Grundlage neuen Quellenmaterials den Nachweis unternehmen, dass die Annahme einer Spinozistischen Periode bei Leibniz nicht nur nicht chronologisch unmöglich, sondern gerade chronologisch dringend geboten ist. Es soll damit kein Tadel gegen Trendelenburg ausgesprochen werden. Denn nach dem mangelhaften, unzureichenden Material, das ihm vorlag, war er zu seinen Schlüssen nicht unberechtigt, wenn er dieselben auch in eine etwas weniger apodiktische Form hätte kleiden können. Seit vierzig Jahren hat aber das diesbezügliche Material eine so ungeahnte Bereicherung erfahren, dass durch dasselbe die ganze Frage in eine neue Beleuchtung gerückt wird.

Da hat inzwischen der Holländer van Vloten einige Briefe Spinoza's entdeckt, in denen das Verhältniss des Leibniz zu Spinoza mehrfach gestreift wird. Da ist ferner seit jener Zeit auf Veranlassung und mit Unterstützung der Königlichen Akademie die von Dr. C. G. Gerhardt besorgte Ausgabe der philosophischen Schriften

---

[1] Guhrauer, quaestiones criticae ad Leibn. opera p. 3, 15 u. ö.; Guhrauer, Leibniz's animadversiones ad Cartesii principia philosophiae, p. 1 ff. u. ö.

[2] Weisse, in der Fichte'schen Zeitschr. für Philosophie III, 2, 1841, S. 261 ff.

[3] Jahrbücher für wissensch. Kritik, Nov. 1842.

[4] Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften, Oktober 1847, S. 385. Der Aufsatz ist wieder abgedruckt in Trendelenburg's historischen Beiträgen zur Philosophie II, 231.

des Leibniz (bis auf den letzten Band) vollständig erschienen. Und erst diese musterhafte Ausgabe ermöglicht es uns, in den Entwicklungsgang des Begründers der deutschen Philosophie einen volleren und klareren Einblick zu gewinnen. Bot vorher die lockere, sprunghafte Arbeitsweise jenes Denkers, der das Edelmetall seiner Philosophie nicht zu grossen Barren eingeschmolzen, sondern in hunderten von zerstreuten Briefen zu marktgängiger Kleinmünze ausgeprägt und verausgabt hat, durch die so entstandene Zersplitterung der systematischen Gruppirung seiner Gedanken ein nahezu unüberwindliches Hinderniss dar, so gewinnen wir jetzt durch die von Gerhardt eingeführte chronologische Übersichtlichkeit der Leibnizischen Schriften einen festen Standpunkt, von welchem aus wir die Leibnizischen Gedanken einerseits in ihrem historischen Werden genau verfolgen, andererseits in ein höheres, umfassendes Ganzes einordnen können. Abgesehen also von dem völlig neuen Material, das Gerhardt aus dem Dunkel der Bibliothek an's Tageslicht gefördert, und dadurch unsere Kenntniss des Leibniz wesentlich bereichert hat, führte die von ihm getroffene chronologische Anordnung auch eine erhebliche Erleichterung für das tiefere Eindringen in den Leibnizischen Geist herbei. Endlich ist es auch mir gelungen, einige unedirte, auch bei Gerhardt noch nicht abgedruckte Documente über das Verhältniss Leibnizens zu Spinoza ausfindig zu machen. Dieses neue Material, das ich demnächst herauszugeben gedenke, verbreitet nach mancher Richtung hin ein überraschend klares Licht über die strittigen Beziehungen des Leibniz zu Spinoza. Es dürfte daher jetzt eine Nachprüfung des gesammten Materials angezeigt und gerechtfertigt erscheinen.

Allein nicht blos das Material zur Nachprüfung und Entscheidung der alten Streitfrage ist erheblich angewachsen, auch die Prüfungsmethode ist eine andere geworden. Man ist zu der Einsicht gelangt, dass philosophische Systeme nicht urplötzlich und unvermittelt dem Haupte irgend eines Philosophen entspringen, dass sie sich viel eher leise und allmählich aus den von den Vorgängern übernommenen philosophischen Grundlagen aufzubauen und zusammenzusetzen pflegen. Sein philosophisches Weltbild steht keinem Philosophen gleich zu Anfang seiner Entwickelung wie aus einem Guss fertig und gerundet vor Augen, sondern es entwickelt und vollendet sich erfahrungsgemäss in stufenweiser Aufeinanderfolge. Ist also die entwicklungsgeschichtliche Methode bei der genetischen Auffassung und Zergliederung eines jeden Systems angezeigt, so doch gewiss in allererster Reihe bei der Analyse der Leibnizischen Philosophie. Hat doch kaum ein anderer Philosoph die vorausgegangenen Systeme so eindringlich und durchgreifend

studirt wie Leibniz, der sich eingestandenermassen erst nach den mannigfaltigsten Windungen und Wandlungen zu einer eigenen Weltanschauung hindurchgerungen hat. In hohem Grade bezeichnend für die Art, wie er mit sich gekämpft, bevor er sich zu einem eigenen System hindurchgearbeitet hat, ist folgende Auslassung in einem an Thomas Burnett gerichteten Briefe vom Mai 1697[1]: Je n'ay pris parti enfin sur de matieres importantes qu'apres y avoir pensé et repensé plus de dix fois, et apres avoir encor examiné les raisons des autres. C'est ce qui fait que je suis extremement preparé sur les matieres qui ne dependent que de la meditation. La pluspart de mes sentimens ont esté enfin arrestés apres une deliberation de 20 ans: car j'ay commencé bien jeune à mediter . . . *Cependant j'ay changé et rechangé sur des nouvelles lumières; et ce n'est que depuis environ 12 ans que je me trouve satisfait.*[2] Dieses rückhaltslose Selbstbekenntniss zeigt uns einerseits den nach endgültiger Befriedigung ringenden Leibniz, der mehr als zwanzig Jahre an seiner Weltanschauung ausdauernd herumfeilt, während es uns andererseits ein festes, nicht genug beachtetes Datum für die innere Vollendung und Ausgestaltung der Leibnizischen Philosophie an die Hand gibt. Nach diesem Selbstportrait, das Leibniz von sich entworfen hat, wird es wohl Jedem einleuchten, dass es bei der Beurtheilung seines Lehrgebäudes nicht blos auf die Feststellung dessen ankommt, was er aufgestellt, sondern dass vornehmlich auch darauf zu achten ist, wann er es behauptet hat. Die Jahreszahlen sprechen hier eine viel beredtere und unzweideutigere Sprache, als eine noch so geistreich combinirte Zusammensetzung seines Systems. Insbesondere kann sein bestrittenes Verhältniss zu Spinoza nur dann endgültig und zu allseitiger Befriedigung festgestellt werden, wenn es gelingt, Daten und Thatsachen zu ermitteln, die uns über dieses Verhältniss Aufschluss geben.

Die meisten bisher aufgestellten Lösungsversuche dieser uns beschäftigenden Frage scheiterten eben an der verkehrten Methode, die man zur Anwendung brachte. Man warf kurzweg die Frage auf: war Leibniz Spinozist? und man beantwortete diese Frage entweder bejahend, oder verneinend. Allein gleich die Fragestellung war eine falsche. Denn dass Leibniz, als er bereits in den Vollbesitz seiner Monadenlehre und praestabilirten Harmonie gelangt war, kein Spinozist mehr sein konnte, wird füglich kein Unbefangener leugnen können. Die Monadenlehre ist unfraglich der polare metaphysische Gegensatz

[1] Gerhardt, III, S. 205.

[2] Im Jahre 1697 waren 12 Jahre verflossen, seit sich Leibniz innerlich befriedigt fühlte. Das ergibt demnach als Datum für die innere Vollendung seiner Philosophie das Jahr 1685. Ich komme später auf diesen Umstand noch zurück.

zur spinozistischen Substanz; bei Spinoza eine einzige Substanz, bei Leibniz eine unendliche Fülle von Substanzen. Und doch sollte man sich dabei an das, namentlich von Leibniz so nachdrucksvoll betonte principium coincidentiae oppositorum erinnern! Trotz ihres äusseren Gegensatzes können die Monaden aus der spinozistischen Substanz sehr wohl herausgewachsen sein, wenn nur nachgewiesen wird, dass Leibniz in einer bestimmten, der Entstehung der Monadenlehre vorausgegangenen Entwickelungsperiode dem Spinozismus so nahe war, dass er ihn mit nur winzigen Vorbehalten gebilligt hat. Und dieser Beweis ist jetzt auf Grundlage des uns reichlicher zufliessenden Materials, das sich auf unwidersprechliche Data und Thatsachen stützt, überzeugend zu führen. Diejenigen Gelehrten, welche Leibniz von jedem Verdacht spinozistischer Berührung bewahren möchten, berufen sich namentlich auf folgende fünf Momente. 1. Hat Leibniz von der Existenz Spinoza's verhältnissmässig erst spät Kunde erhalten. 2. Hat Leibniz mit Spinoza nur einen einzigen Brief gewechselt, und dieser behandelt gar keine philosophische, vielmehr nur eine untergeordnete optische Frage. 3. Hatte Leibniz, als er 1676 mit Spinoza persönlich zusammentraf, die Grundlagen seines Systems bereits derart festgestellt, dass von einer nachhaltigen Einwirkung Spinoza's keine Rede sein konnte. 4. War die Begegnung mit Spinoza eine so flüchtige und sein Gespräch mit Spinoza so nichtssagend, dass philosophische Fragen unter ihnen gar nicht verhandelt worden sind. 5. Hat Leibniz sich an verschiedenen Stellen seiner Schriften so abfällig und geringschätzig über die spinozistische Philosophie geäussert, dass er von ihr unmöglich nennenswerthe Einwirkungen erfahren haben kann.

Alle diese fünf angeblichen Stützpunkte der Ansicht, als habe Leibniz sein System völlig unabhängig von Spinoza ausgebildet, erweisen sich aber nach dem nunmehr vorliegenden ausgiebigen Material nicht blos als geringwerthig, sondern geradezu als völlig haltlos. Die ausführlichen Beweise für diese meine Behauptung muss ich dem schon erwähnten Werke aufsparen, in welchem ich das neugewonnene unedirte Material herausgeben und an der Hand desselben das jeweilige Verhältniss von Leibniz zu Spinoza Schritt für Schritt verfolgen und quellenmässig belegen werde. Hier nehme ich nur die letzten Ergebnisse meiner diesbezüglichen Forschungen in knappster Formulirung voraus.

Wenden wir uns zunächst dem ersten Einwand zu, nach welchem Leibniz von der Existenz Spinoza's erst verhältnissmässig spät Kunde erhalten hätte. Dieser Annahme gegenüber werde ich den Nachweis führen, dass Leibniz schon im Jahre 1666 Spinoza's Namen gekannt

und seit jener Zeit mit stets wachsendem Interesse dessen Arbeiten gelesen hat. Spinoza's Erstlingswerk: Renati des Cartes Principiorum Philosophiae part. I et II, more geometrico demonstratae, accessit ejusdem Cogitata Metaphysica, erschien im Jahre 1663. Diese erste Ausgabe findet sich in Leibniz' Nachlass und ist mit Randglossen von seiner Hand versehen, die ich, wenngleich sie einer späteren Zeit entstammen, zur Aufhellung seiner späteren Beziehungen zu Spinoza in dem oben angedeuteten Werke mitveröffentlichen werde. Dieses Werk Spinoza's muss Leibniz schon frühzeitig, etwa drei Jahre nach dem Erscheinen desselben, studirt haben, denn im Jahre 1669 zählt er Spinoza bereits zu den hervorragendsten Cartesianern.[1] Auch die Existenz des anonym erschienenen Tractatus Theologico-Politicus erfährt er durch ein gegen dasselbe gerichtetes Programm seines Lehrers Thomasius wenige Monate nach dem Erscheinen des Aufsehen erregenden Buches. Die Annahme Gerhardt's, Leibniz habe die erste Nachricht von dem Erscheinen des Tractatus Theologico-Politicus von dem bekannten holländischen Philologen Graevius erhalten,[2] ist entschieden unrichtig. Denn die Notiz des Graevius stammt vom April 1671, während er schon im September 1670 sich in einem Briefe an seinen Lehrer Thomasius des Breiteren über den politischen Tractat ergeht. Ja, er scheint den Tractat sofort nach seinem Erscheinen studirt zu haben, denn in seinem bekannten Briefe an Arnauld, der, wie ich nachweisen werde, Anfang 1671 geschrieben sein muss, berührt er zweimal das berüchtigte Buch »de libertate philosophandi«,[3] ohne den Namen des Verfassers zu kennen. Und als er April 1671 von Graevius erfuhr, der Verfasser sei der Judaeus ἀποσυνάγωγος Spinoza, scheint ihn diese verblüffende Nachricht geradezu bestimmt zu haben, mit dem verrufenen Ketzer in Verbindung zu treten. Dasselbe Motiv, das ihn antrieb, mit Hobbes, dem von kirchlicher Seite verpönten Verfasser des Leviathan, in Verbindung zu treten, leitete ihn auch bei der Anknüpfung von Beziehungen mit Spinoza. Denn es ist doch sehr auffällig, dass er jenen bekannten, schon in Spinoza's nachgelassene Werke aufgenommenen Brief über optische Fragen kurz darauf an ihn gerichtet hat. Leibniz war eben kein Fanatiker der Überzeugung. Seiner schmiegsamen Natur lag jede verbohrte Einseitigkeit vollkommen fern; er nahm die Wahrheit, wo er sie fand.

Zudem ging in seinem Inneren eine starke Reaction gegen die hergebrachten kirchlichen Anschauungen vor sich. Er fühlte sich

[1] Vergl. Gerhardt, I, 16 und IV, 163.

[2] Bd. I, 115.

[3] Gerhardt, I, 70 und 76.

den Ketzern Hobbes und Spinoza, die er als Verkörperung der mechanischen Weltanschauung zusammen zu nennen pflegt,[1] innerlich verwandter, als er sich eingestehen mochte. Und so werden wir es begreiflich finden, dass er, gleich wie er wiederholt mit Hobbes einen philosophischen Briefwechsel anzuknüpfen suchte, auch mit Spinoza in Verbindung zu treten bestrebt war, sobald er erfuhr, dieser sei der Verfasser des Tractats. Jedenfalls zeigen die hier aufgedeckten Thatsachen zur Genüge, dass der Einwand, Leibniz habe Spinoza's Werke erst spät kennen gelernt, nicht zutrifft, da sich bereits von 1666 an die Spuren einer Bekanntschaft mit dem Namen und den Werken Spinoza's Schritt für Schritt nachweisen lassen.

Unzutreffender noch ist der zweite Einwurf, dass nämlich nur ein einziger, noch dazu ganz unerheblicher, philosophische Fragen gar nicht streifender Brief zwischen den beiden Philosophen gewechselt worden sei. Aus den von van Vloten aufgefundenen Briefen von und an Spinoza erhellt, dass mehrere Briefe zwischen ihnen gewechselt wurden und darunter mindestens einer über den Inhalt des Tractatus Theologico-Politicus. Spinoza spricht da ausdrücklich von den epistolis, die Leibniz an ihn geschrieben hat.[2] Überdies hat Leibniz Tschirnhausen gegenüber selbst eingestanden, dass er über den Inhalt des Tractatus Theologico-Politicus an Spinoza eine Epistel gerichtet hat.[3] Warum aber nur dieser eine Brief, der über optische Fragen handelt, in Spinoza's nachgelassenen Briefwechsel aufgenommen wurde, darüber gibt uns die abschriftlich in meinen Händen befindliche Correspondenz Leibnizens mit dem holländischen Arzt Schuller, dem intimen Vertrauten Spinoza's, überraschenden Aufschluss. Man vergesse nicht: Spinoza war ein compromittirender Philosoph, und wir werden es daher begreiflich finden, wenn Leibniz das Bekanntwerden seines Verhältnisses zu Spinoza zu verhindern gesucht hat. Er richtete daher an Schuller, der — wie dieser Briefwechsel unwidersprechlich zeigt — Herausgeber der opera posthuma von Spinoza war, das Ansuchen, seine Beziehungen zu Spinoza ganz unerwähnt zu lassen. Durch ein Versehen kam gleichwohl der bekannte Anknüpfungsbrief Leibnizens in die opera omnia, und Schuller entschuldigt sich dieserhalb in einem Briefe vom 6. Februar 1677 mit folgenden Worten

[1] Zum ersten Mal nennt er Hobbes und Spinoza in einem Athem in einem Briefe an Thomasius, bei Gerhardt I, 34. Später wird diese Zusammenstellung fast zur Regel, vergl. ed. Erdmann p. 139, 371, 477, 531, 612 und ed. Dutens V, 169 und VI, 207.

[2] Spinoza's Ep. LXXX bei Vloten.

[3] Ibid. Ep. LXIX: Idem ille Leibniz magni aestimat Tractatum Theologico-Politicum; de cujus materia Domino, si meminerit, epistolam aliquando scripsit.

bei Leibniz: Misi tibi nuper exemplar Spinozae posthumorum per Iudaei filium, quibus literas festinationis ipsius causa pingere nequivi, eum in finem destinatas, quo tibi notum facerem, ne aegere ferre mihive imputare libeat, *contineri in annexis epistolis unam cum expresso nomine tuo;* certe me inscio hoc factum, utpote quem hoc tamdiu latuit, donec in hoc ipso exemplare viderim. Veniam autem eo facilius dabis, siquidem nil praeter Mathematicam fere contineat. Dann kommt er noch einmal in einem Briefe vom 29/19. März 1678 auf diesen unangenehmen Missgriff zurück: Editorem ob tuum in posthumis Spinozae sine meo rogatu expressum nomen acriter reprehendi, quamvis id periculi expers credam, cum praeter Mathematica nil contineant literae tuae. In diesen schlichten, aber viel verrathenden Worten Schuller's haben wir eine ausreichende Erklärung dafür, warum uns von den an Spinoza gerichteten Briefen des Leibniz' nur dieser eine erhalten ist.

Wir wenden uns dem dritten, namentlich von Trendelenburg vertretenen Einwand zu, dass nämlich eine tiefere Einwirkung Spinoza's auf Leibniz schon chronologisch undenkbar sei, weil er im Jahre 1676, als er im Haag mit Spinoza zusammentraf, sein philosophisches System schon fertig ausgebildet hatte. Diesen Einwand hat die neuere entwickelungsgeschichtliche Forschung nach den ersten Ansätzen der Monadenlehre, vollkommen zunichtegemacht. D. Selver hat in seiner beachtenswerthen Abhandlung[1] »Der Entwickelungsgang der Leibnizschen Monadenlehre bis 1695« unter Zustimmung Benno Erdmann's neuerdings erst überzeugend nachgewiesen, dass Leibniz um die Zeit seiner Begegnung mit Spinoza die Grundlagen seiner Monadenlehre noch nicht gewonnen haben konnte. Und so sehr die neueren entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen über die Monadenlehre in ihren einzelnen Resultaten auseinandergehen mögen, so kommen sie doch einstimmig zu dem Ergebniss, dass er zur Zeit seines Zusammentreffens mit Spinoza gegen Ende 1676 noch keinesfalls im Besitze seiner Monadenlehre oder überhaupt eines bestimmten philosophischen Systems sein konnte. Es mag dahin gestellt bleiben, wann die ersten Ansätze zur Monadenlehre sich in Leibniz keimartig festgesetzt haben; keinesfalls trat sie vor 1685 in voller Geschlossenheit und syste-

[1] S. 57 dieser Dissertation kommt Selver zu dem Resultat: Leibniz kann erst gegen Ende der siebziger Jahre mit der Grundlegung seines Monadenbegriffs in positiver Weise begonnen haben. S. Auerbach zur Entwickelungsgeschichte der Leibnizischen-Monadenlehre, S. 46 nimmt geradezu einen Einfluss der spinozistischen Substanz auf die Monadenlehre an. Selbst Emil Wendt, die Entwicklung der Leibnizischen-Monadenlehre bis 1695, gibt zu, dass Leibniz erst um 1678 die Grundzüge seiner Philosophie ausgebildet hatte. Vergl. dazu B. Erdmann im Archiv für Geschichte der Philosophie, I, 116—118.

matischer Abrundung hervor. Dafür ist und bleibt sein Brief an BURNETT, wo er ausdrücklich hervorhebt, dass er erst um das Jahr 1685 sich innerlich durchgreifend befriedigt fühlte,[1] ein lautsprechendes Zeugniss. Für die uns an dieser Stelle interessirende Frage ist übrigens die schärfere Fixirung des Zeitpunktes, wann die Monadenlehre in ihrem vollen Umfange vollendet war, ganz irrelevant, da von allen Forschern einhellig zugestanden wird, dass im Jahre 1676 kaum erst ein dämmerndes Ahnen der Monadenlehre vorhanden war. Eine Einwirkung SPINOZA's ist daher nicht nur nicht chronologisch unmöglich, wie TRENDELENBURG wollte, sondern gerade chronologisch dringend gefordert, da es uns ohne eine solche Einwirkung an dem entscheidenden Ferment fehlen würde, das den letzten Anstoss zur Klärung und Ausreifung des LEIBNIZischen Systems gegeben hätte.

Nun hat man allerdings als vierten Einwand geltend gemacht, dass die Begegnung mit SPINOZA eine so flüchtige und oberflächliche gewesen sei, dass von einer tieferen Einwirkung dieser Begegnung kaum die Rede sein könne. Aber auch dieser Einwand wird durch das in meinen Händen befindliche Material vollständig entkräftet. LEIBNIZ stellte es später allerdings so dar, als ob er sich mit SPINOZA nur über gleichgültige politische Anekdoten, aber durchaus nicht über philosophische Probleme unterhalten hätte.[2] Allein ich wiederhole: SPINOZA war ein compromittirender Philosoph, und es schien daher nicht angezeigt, viel Aufhebens von seiner Bekanntschaft zu machen. Und wenn ihm gleichwohl trotz der gebotenen Vorsicht einmal die Bemerkung entschlüpft[3]: Vous savez que j'étais allé trop loin autrefois, et *que je commençais à pencher du côté des spinosistes*, qui ne laissent qu'une puissance infinie à Dieu, so dürfen wir gewiss überzeugt sein, dass er den Sachverhalt hier richtig dargestellt hat. Zudem werde ich den Nachweis erbringen, dass LEIBNIZ den Weg über Holland und den längeren Aufenthalt daselbst in erster Linie SPINOZA's wegen genommen hat, dass ferner während seines Aufenthaltes in Holland die Spinozische Philosophie ihn fast ausschliesslich beschäftigt hat, da wir Zeugnisse dieser eingehenden und durchgreifenden Beschäftigung mit SPINOZA in Fülle besitzen. Auch besitze ich jetzt ein Zeugniss dafür, dass SPINOZA bei seiner Zusammenkunft mit LEIBNIZ dem letzteren seine eigenhändig geschriebene Ethik gezeigt, und doch wohl auch erklärt hat. Denn SCHULLER

[1] Vergl. oben S. 618. Mit dieser Fixirung stimmt auch ZELLER, Geschichte der deutschen Philosophie S. 110 überein.

[2] Vergl. LEIBNIZ, Theod. III, 376 ed. ERDM., FOUCHER DE CAREIL, Refutation inédit de SPINOZA p. 64; LEIBNIZ' Brief an GALLOYS bei GERHARDT I, 118.

[3] Nouv. Ess. I, 1. p. 206 ERDM.

schreibt 26/16. Februar 1677 an Leibniz, indem er ihm die Nachricht vom Tode Spinoza's übermittelt: Ethica, *quam penes ipsum vidisti*, in autographo penes amicum asservatur. Auch besitze ich abschriftlich ein von Leibniz' Hand herrührendes Blatt, auf welchem der Beweis geführt wird »Quod Ens perfectissimum existit« und dazu die Randglosse »*Ostendi hanc ratiocinationem D. Spinosae cum Hagae Comitis essem, qui solidam esse putavit, cum enim initio contradiceret, scripto comprehendi et hanc schedam ei praelegi.*« Auch heisst es auf dem von Foucher de Careil gefundenen Zettel[1]: Spinosa ne voyait pas bien les défauts des règles du mouvement de M. Descartes, il fut surpris quand je commencai de lui montrer qu'elles violaient l'égalité de la cause et de l'effet. Endlich heisst es auch in einem Briefe an Galloys[2]: Spinosa est mort cet hiver. Je l'ay veu en passant par la Hollande, et je luy ai parlé *plusieurs fois et fort longtemps.* Nach alledem ist es wohl kaum noch angängig, die Begegnung mit Spinoza eine flüchtige zu nennen und zu behaupten, es seien bei dieser Gelegenheit keine philosophischen Fragen verhandelt, sondern nur gleichgültige politische Anekdoten ausgetauscht worden. Es wird sich uns vielmehr zeigen, dass gerade diese Begegnung tiefeinschneidende Spuren bei Leibniz hinterlassen hat.

Wir kommen nämlich zum letzten Einwand, der eine Beeinflussung seitens Spinoza's schon darum ablehnt, weil Leibniz in seinen Werken Spinoza durchweg mit Missachtung und ostentativer Herabsetzung behandelt. Hierbei hat man jedoch vergessen, sich die Jahreszahlen der Leibnizischen Äusserungen über Spinoza etwas genauer anzusehen. Geschieht diess, so ergibt sich uns die auffällige Thatsache, dass alle aus den Jahren 1676–1680 stammenden Äusserungen über Spinoza auffallend mild und schonend gehalten sind, während die herbtadelnden durchweg aus einer späteren Periode herrühren. Man kann noch um einen Schritt weiter gehen. Ich werde an der Hand verschiedener, zum Theil unedirter Documente aus den Jahren 1676—1680 den Nachweis führen, dass sich Leibniz in diesen Jahren nicht blos nicht abweisend und oppositionell, sondern geradezu zustimmend und billigend zu Spinoza verhält, ja dass er sich in den Schriften, die aus diesen Jahren stammen, zum grossen Theil ganz in der Spinozistischen Gedankensphäre bewegt.

---

[1] Foucher de Careil a. a. O. S. 64. Es ist hier daran zu erinnern, dass gerade das Problem der Bewegung Leibniz bei der Überfahrt nach Holland so lebhaft beschäftigte, dass er auf dem Schiff eine Abhandlung darüber schrieb, vergl. Gerhardt, im Archiv für Gesch. d. Philosophie. Bd. I, Heft 2, S. 211 ff.

[2] Gerhardt, I, 118.

Das ihm von Schuller angekündigte Erscheinen der Opera posthuma Spinoza's erwartet er mit Ungeduld und bittet dringlich, man möchte ihm das Buch sofort nach Erscheinen zusenden. Januar 1678 erhält er die Ethik, und nun wirft er sich mit einem wahren Feuereifer auf die Lecture des Buches. Er macht sich mehrere Auszüge[1] und glossirt überdies noch sein Handexemplar der Ethik mit Randnoten. So verfährt man doch nur mit einem Buche, das ein tieferes, intensives Interesse einflösst! Und diese Randnoten enthalten bezeichnenderweise keine principiellen, sondern nur einige formelle Bedenken gegen die Beweisführung Spinoza's. Gegen den Pantheismus, gegen den Determinismus erhebt er keine oder nur schwache Einwendungen. Ja, man kann getrost annehmen, dass er in diesen Randnoten mit nur geringen Vorbehalten auf dem Boden des Spinozismus steht. Denn Wendungen wie probo, Concedo propositionem, elegantem habet ratiocinationem, has definitiones probo u. s. w. sind in diesen Randglossen nicht selten. Nur die formelle Beweisführung erscheint ihm stellenweise dunkel: demonstratio satis obscura et prolixa, Certe Spinoza non est magnus demonstrandi artifex und Ähnliches wirft er ihm vor. Aber der Umstand, dass er in diesen Randglossen wie überhaupt in den aus den Jahren 1676 bis 1680 stammenden Schriften kein einziges ernstliches Bedenken gegen die Grundvoraussetzungen und letzten Ziele der Spinozistischen Philosophie erhebt, vielmehr umgekehrt trotz aller gebotenen Zurückhaltung den Lehrsätzen Spinoza's in einzelnen Ausschlag gebenden Punkten ausdrücklich zustimmt, rechtfertigt wohl die Annahme, dass die Jahre 1676 bis 1680 die Spinozistische Periode im Entwickelungsgang des Leibniz bedeuten.

Die Annahme einer Spinozistischen Periode bei Leibniz hat übrigens eine um so grössere innere Wahrscheinlichkeit für sich, als man bisher allenthalben eine empfindliche Lücke im Entwickelungsgang des grossen deutschen Philosophen herausgefühlt hat. Schon Zeller hat treffend hervorgehoben, dass es uns an Belegen für die entscheidende Periode fehlt, die der vollen Entfaltung seines Systems vorausgegangen ist.[2] Seither ist es mehrseitig betont worden, dass uns gerade das entscheidende Moment, das ihn zur Formulirung seines eigenen Systems hingedrängt hat, immer noch fehlt. Nun kann aber diese allseitig empfundene Lücke im Entwickelungsgang des Leibniz kaum glücklicher ausgefüllt werden, als durch den Spinozismus, dessen nachhaltige Einwirkung in den Jahren 1676 bis 1681 sich quellenmässig belegen lässt.

[1] Vergl. Gerhardt I, 119.

[2] Zeller, Geschichte der deutschen Philosophie S. 110.

Fragt man mich aber: war nun Leibniz in dieser sogenannten Spinozistischen Periode wirklich voller, vorbehaltloser Spinozist? so muss ich mit einem entschiedenen Nein antworten. Spinozist in der engen Schulbedeutung des Wortes war Leibniz niemals, so wenig er je Cartesianer, Aristoteliker, Occasianalist oder gar Scholastiker war, wenn er gleich von allen diesen Richtungen und nicht zum wenigsten von der scholastischen nachhaltige und tiefgreifende Einwirkungen erfahren hat. Denn konnte jemals ein Philosoph mit vollem Fug von sich behaupten: nullius jurare in verba magistri, so war es in allererster Reihe Leibniz, der sich niemals einseitig und engherzig an eine bestimmte Schulparole ängstlich angeklammert, der vielmehr mit unvergleichlichem Weitblick alle philosophischen Systeme in umfassendster Weise umspannt hat. Aber in dem Sinne, in welchem Hegel sagt:[1] »Wenn man anfängt zu philosophiren, so muss man zuerst Spinozist sein, die Seele muss sich baden in diesem Aether der Einen Substanz, in der Alles, was man für wahr gehalten hat, untergegangen ist,« in diesem Sinne war auch Leibniz unbestreitbar Spinozist. Er hatte sich, wie jetzt feststeht, während eines Lustrums versenkt und verloren in die Spinozistische Substanz, aus deren Tiefen er dann in bewusster und entschiedener Gegensätzlichkeit gegen Spinoza seine Monadenlehre hervorgeholt hat. Nicht umsonst haben es einige Forscher mit historischem Feingefühl heraus empfunden,[2] dass die Leibnizische Monade bei aller scheinbaren Gegensätzlichkeit doch eine tiefinnere Verwandtschaft mit der Spinozistischen Substanz kaum verleugnen kann. Leibniz ist eine Weile gläubig durch diese hindurchgegangen, um sie nachher um so energischer und durchgreifender bekämpfen zu können. Und man wäre fast versucht noch einen Schritt weiter zu gehen und sich zu der Behauptung zu versteigen, Leibniz habe sein ganzes metaphysisches Gebäude in bewusster Absichtlichkeit als ein monumentales Gegenstück der Spinozistischen Metaphysik gegenüberzustellen versucht. Denn nicht weniger als die Monadenlehre zeigt auch die praestabilirte Harmonie das unverkennbare Bestreben, der herben, unerbittlichen Consequenz Spinoza's zu entrinnen, dem starren Spinozistischen Determinismus, dessen Folgerungen er sich niemals ganz zu entwinden vermochte,[3] eine

[1] Hegel Werke, Bd. XV, 337.

[2] So z. B. Schleiermacher, kurze Darstellung u. s. w., S. 293; insbesondere auch Heinze, Leibniz in seinem Verhältniss zu Spinoza, im Neuen Reich 1875, II, 927.

[3] Die innere Verwandtschaft der praestab. Harmonie mit dem Determinismus Spinoza's, ist von mehreren Seiten betont worden, am energischsten von Jacobi, Werke Bd. IV, 1, S. 68 Anm.; ebenso G. E. Lessing, ed. Lachmann XI, 112. Neuerdings auch von Feuerbach, Gesch. d. Philos. II, 139, 203 und 243, G. Spicker, Lessing's Weltanschauung S. 121; Windelband, Gesch. d. n. Philos. I, 485; Heinze a. a. O. II, 927.

neue mildere Form des Determinismus entgegen zu setzen. An die Stelle der physischen Nothwendigkeit bei Spinoza setzt Leibniz eben den moralischen Fatalismus.

War also Leibniz niemals wirklicher und unbedingter Spinozist, so hatte er doch eine bestimmte Periode seiner Entwickelung, in welcher er sich der mechanisch-pantheistischen Weltanschauung Spinoza's so nahe fühlte, wie nur irgend jemals einem anderen philosophischen System. Allein auf die Dauer mussten seiner versöhnlichen, ausgleichenden, auf harmonisches Zusammenstimmen des Gegensätzlichen gestellten Natur die kantigen Unebenheiten und schroffen Unerbittlichkeiten des rücksichtslosen, consequenten, holländischen Philosophen doch innerlich widerstreben. Zudem stiess ihn auch die antikirchliche Richtung, die dem Spinozismus in den Augen der damaligen Gelehrtenwelt als untilgbares Brandmal anhaftete, mit der Zeit immer mehr ab; denn kirchliche Bedenken waren für seine Gedankenrichtung stets erheblich mit bestimmend, wenn auch nicht immer ausschlaggebend.[1] Und so mag sich denn allmählich bei ihm der Plan festgesetzt haben, in einem eigenen metaphysischen System ein mächtiges Bollwerk gegen den antikirchlichen Spinozismus zu errichten. Für die Richtigkeit dieser Auffassung ist jene Äusserung Leibnizens, die ich zu Anfang dieser Abhandlung angeführt habe: Spinoza hätte Recht, gäbe es keine Monaden, ausserordentlich bezeichnend.

Dabei will ich nicht einmal behaupten, dass lediglich und ausschliesslich der Spinozismus es war, der Leibniz zur Bildung und Ausreifung seines eigenen Systems angespornt und gedrängt hat. Ich werde vielmehr in dem mehr erwähnten Werke den Nachweis unternehmen, dass während der von mir als spinozistisch bezeichneten Periode (1676—80) der Einfluss Plato's, den er in diesen Jahren eindringlich gelesen und fleissig excerpirt hat, sowie die naturwissenschaftlichen Entdeckungen eines Malpighi, Leeuwenhoek und Swammerdam über die Mikroorganismen, denen er um jene Zeit mit lebhaftem Interesse gefolgt ist, bei der Entstehungsgeschichte der Monadenlehre ganz beträchtlich in Anschlag zu bringen sind. Aber das entscheidende Ferment scheint bei jenem Gährungsprocess, dessen abgeklärtes, ausgereiftes Erzeugniss die Leibnizische Philosophie war, der Spinozismus gebildet zu haben.

[1] Treffend wird diese Seite seines Wesens von Zeller, Gesch. d. deutschen Philos. S. 103f. gekennzeichnet.

Ausgegeben am 7. Juni.

1888.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. von Hofmann legte die umstehend folgende Mittheilung des Hrn. Prof. Gabriel hierselbst vor: Über eine neue Darstellungsweise primärer Amine.

Über eine neue Darstellungsweise primärer Amine.

Von S. Gabriel.

Zusammenstellung der Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen aus dem I. chemischen Universitäts-Laboratorium.

Mitgetheilt

von Hrn. A. W. von Hofmann.

Durch Einwirkung von Ammoniak auf Haloïdderivate der Kohlenwasserstoffe erhält man bekanntlich oft nur geringe Ausbeuten an primärer Base, weil nach Austausch des Halogens gegen die Amidogruppe die Reaction meist nicht stehen bleibt, sondern die zunächst entstandene primäre Base durch weitere Einwirkung eines zweiten, dritten bez. vierten Molecüls der Halogenverbindung in secundäres, tertiäres bez. quartäres Amin verwandelt wird. Im Reactionsproduct können also vier verschiedene organische Basen vorhanden sein; der Bruchtheil, welchen die primäre Base in einem solchen Gemische ausmacht, hängt unter Anderem von der Natur des Alkoholradicals ab. So hat z. B. Malbot[1] beobachtet, dass die Menge der primären Base in dem Maasse abnimmt, als das Alkoholradical complicirter wird: in der Propylreihe beträgt sie $^1/_5$, in der Isobutylreihe $^1/_{10}$, in der Isoamylreihe einen nur noch sehr geringen Bruchtheil der resultirenden Basen.

Wie die Haloïdderivate der complicirteren aliphatischen Kohlenwasserstoffe verhält sich Benzylchlorid nebst seinen Homologen und Substitutionsproducten, denn alle diese aromatischen Verbindungen liefern bei der Behandlung mit Ammoniak im besten Falle nur geringe Mengen primärer Base.

Um die weitere Einwirkung der organischen Halogenverbindung auf die in erster Linie entstehende primäre Base zu vermeiden, hat Verfasser statt des Ammoniaks ein Derivat desselben in Anwendung gebracht, welches überhaupt nur mit 1 Mol. Halogenverbindung zu

[1] Compt. rend. 104, 998.

reagiren vermag, insofern in ihm zwei Wasserstoffatome des Ammoniaks bereits durch eine zweiwerthige (nach erfolgter Reaction leicht wieder entfernbare) Atomgruppe ersetzt sind. Derartige Ammoniakderivate sind die Imide zweibasischer Säuren, z. B. das Phtalimid $C_6H_4\left\{\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\}NH$, welches sich sehr leicht bereiten lässt, wenn man Phtalsäureanhydrid in Ammoniak löst, die Lösung verdampft und den Rückstand zusammenschmilzt.

Phtalimid selber wird allerdings auf organische Halogenverbindungen kaum einwirken; die gewünschte Umsetzung lässt sich aber bewerkstelligen, wenn man Phtalimidkalium $C_6H_4(CO)_2NK$ in Anwendung bringt, wie Gräbe und Pictet[1] zeigten, da sie mittels Jodäthyl bez. -methyl bei 150° Äthyl- bez. Methylphtalimid erhielten. Zur Darstellung des Phtalimidkaliums vermischt man alkoholische Lösungen von Phtalimid und Kaliumhydrat und trocknet den sofort entstandenen krystallinischen Niederschlag.[2]

Mit Hülfe dieser Kaliumverbindung hat sich eine Reihe theils bereits bekannter, theils neuer Amine in folgender Weise bereiten lassen.

Eine innige, aequimoleculare Mischung von Phtalimidkalium mit der betreffenden Halogenverbindung setzt sich entsprechend der Gleichung

$$C_6H_4 < {CO \atop CO} > NK + RCl = KCl + C_6H_4 < {CO \atop CO} > NR$$

um, wenn man das Gemisch im offenen Gefäss auf dem Wasserbade oder in anderen Fällen im Ölbade erhitzt; nur bei leicht flüchtigen, unter 100° siedenden Halogenverbindungen muss die Digestion in verschlossenen Gefässen vorgenommen werden. Die Vollendung der Reaction giebt sich meist dadurch zu erkennen, dass die anfangs breiige Masse während des Erhitzens allmählich erstarrt. Das Product wird alsdann mit kochendem Wasser vom entstandenen Kalisalz befreit, wobei die meist sehr schwer lösliche und daher leicht zu reinigende Phtalylverbindung des Amins zurückbleibt. Um aus ihr die Base zu gewinnen, wird sie mit 3—4 Thl. rauchender Salzsäure 2 Stunden lang auf 200° erhitzt, wobei folgende Reaction eintritt:

$$C_6H_4 < {CO \atop CO} > NR + 2H_2O + HCl = C_6H_4(CO_2H)_2 + NH_2R \,.\, HCl\,;$$

der Rohrinhalt, ein Krystallbrei, wird mit kaltem Wasser vermischt.

[1] Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 17, 1173.
[2] Cohn, Lieb. Ann. 205, 301.

die wenig lösliche, abgeschiedene Phtalsäure abfiltrirt und das Filtrat eingedampft, wobei das Chlorhydrat der Base hinterbleibt.

Eine Zerlegung der Phtalylverbindung lediglich durch Kochen mit Salzsäure liess sich entweder gar nicht oder nur äusserst langsam erreichen.

Das im Vorangehenden skizzirte Verfahren hat sich nicht nur zur Darstellung primärer Monamine aus Monohalogenverbindungen verwenden lassen, sondern ist auch mit Erfolg dazu benutzt worden, um aus Dihalogenverbindungen z. B. Äthylenbromid primäre Diamine herzustellen. Im letzteren Falle wurde überdies die interessante Beobachtung gemacht, dass man in den Dihalogenverbindungen nicht bloss beide Halogenatome, sondern unter geeigneten Bedingungen auch nur eines derselben durch den Rest $[C_6H_4(CO)_2N]^I$ zu ersetzen vermag, während das andere intact bleibt. Auf diese Weise entstehen also Alkylphtalimide, welche im Alkylrest 1 At. Halogen enthalten, (z. B. $C_6H_4(CO)_2:NC_2H_4Br$) und bei der Spaltung durch starke Säuren in halogenisirte Basen der Fettreihe (z. B. $C_2H_4Br.NH_2$) übergehen. Von den Versuchen mit Dihalogenverbindungen soll im zweiten Abschnitt dieser Abhandlung die Rede sein.

A. Einwirkung des Phtalimidkaliums auf organische Monohalogen verbindungen.

I. Benzylchlorid

geht durch zweistündige Digestion mit 1½ Th. Phtalimidkalium bei 170°—180° in Benzylphtalimid $C_8H_4O_2:NCH_2C_6H_5$ vom Schmelzpunkt 115°—116° über, welches aus Alkohol in langen Nadeln anschiesst; es wird durch rauchende Salzsäure bei 200° in Phtalsäure und Benzylamin zerlegt.

II. *o*-Nitrobenzylchlorid

setzt sich mit der berechneten Menge Phtalimidkalium zu *o*-Nitrobenzylphtalimid $C_8H_4O_2.NCH_2.C_6H_4.NO_2$ um, wenn man die innige Mischung sehr langsam (in etwa 2 Stunden) von 100° bis auf 130° erhitzt. Durch sehr schnelles Erhitzen tritt dagegen eine heftige Reaction ein, welche ein schwarzes, unbrauchbares Product liefert. Die neue Phtalylverbindung krystallisirt aus Eisessig in glänzenden, bei 217.5—219° schmelzenden Prismen und gibt, mit Salzsäure zerlegt, *o*-Nitrobenzylaminchlorhydrat $NO_2.C_6H_4.CH_2NH_2.HCl$ in leicht löslichen.

langen Nadeln. Das freie *o*-Nitrobenzylamin ist ein mit Wasser mischbares, in seinem Verhalten dem Benzylamin ähnliches Öl; es zerfällt bei der Destillation, gibt eine Acetylverbindung in farblosen, bei 97 bis 99° schmelzenden Nadeln und ein Platinsalz $(C_7H_8N_2O_2)_2H_2PtCl_6 + 2aq$ in bernsteingelben Prismen. Das Chlorhydrat der Nitrobase wird durch Zinn und Salzsäure zu *o*-Amidobenzylamin $NH_2.C_6H_4.CH_2.NH_2$ reducirt, welches ein um 260° unter partiellem Zerfall siedendes Öl darstellt und zu einer niedrig schmelzenden Krystallmasse erstarrt. Aus diesem Diamin wurden bereitet die Chlorhydrate $C_7H_{10}N_2.HCl$ (Schuppen) und $C_7H_{10}N_2.2HCl$ (Schuppen), das schwer lösliche, nadelige Pikrat $C_7H_{10}N_2.C_6H_3N_3O_7$ und die Diacetylverbindung $C_7H_8N_2(C_2H_3O)_2$, welche aus Benzol in flachen, bei 136°—137° schmelzenden Nadeln anschiesst und noch basischen Charakter zeigt.

III. *m*-Nitrobenzylchlorid

liefert in analoger Weise: *m*-Nitrobenzylphtalimid in feinen, bei 155° schmelzenden Nadeln, *m*-Nitrobenzylaminchlorhydrat in Nadeln, *m*-Nitrobenzylacetamid in farblosen Nadeln vom Schmelzpunkt 91° und *m*-Amidobenzylamin, dessen Platinsalz in gelben Blättchen anschiesst.

IV. *p*-Nitrobenzylchlorid

reagirt nach Versuchen, welche Hr. Stud. Albert Hafner angestellt hat, ähnlich der *o*- und *p*-Verbindung.

V. *o*-Cyanbenzylchlorid

wird durch Phtalimidkalium bereits in $^1/_2$ Stunde bei 100—120° in *o*-Cyanbenzylphtalimid $CN.C_6H_4.CH_2.N:C_8H_4O_2$ (aus Eisessig in grossen Prismen vom Schmelzpunkt 181°—182°) verwandelt. Letzteres geht durch Salzsäure bei 200° über in *o*-Cyanbenzylamin $CN.C_6H_4.CH_2NH_2$, eine ölige, wasserlösliche Base, welche stark alkalisch reagirt, durch Wärme zerfällt und durch das Chlorhydrat $C_8H_8N_2.HCl + H_2O$ (Nadeln) und das Pikrat $C_8H_8N_2.C_6H_3N_3O_7$ (krystallinische Fällung) charakterisirt wurde. Wenn man die salzsaure Lösung des *o*-Cyanbenzylamins mit Natriumnitrit versetzt, so bildet sich *o*-Cyanbenzylalkohol, welcher sich aber sofort in das isomere Phtalimidin Gräbe's umlagert:

$$C_6H_4\begin{matrix}\diagup CN \\ \diagdown CH_2NH_2\end{matrix} + HNO_2 = N_2 + H_2O + C_6H_4\begin{matrix}CN \\ CH_2OH\end{matrix} \quad (o\text{-Cyanbenzylalkohol})$$

$$C_6H_4\begin{matrix}\diagup CN \\ \diagdown CH_2.OH\end{matrix} = C_6H_4\begin{matrix}\diagup CN \diagdown \\ \diagdown CH_2 \diagup\end{matrix}NH \text{ oder } C_6H_4\begin{matrix}\diagup C{=}NH \diagdown \\ \diagdown CH_2 \diagup\end{matrix}O \quad \text{(Phtalimidin)}.$$

Dieser Umlagerung des *o*-Cyanbenzylalkohols in Phtalimidin stellt sich der spontane Übergang der *o*-Cyanbenzoesäure[1] $C_6H_4\begin{matrix}CN \\ COOH\end{matrix}$ in Phtalimid $C_6H_4\begin{matrix}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}NH$ $\left(\text{oder } C_6H_4\begin{matrix}\diagup C{=}NH \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}O\right)$ an die Seite.

Da, wie aus der letzten Gleichung ersichtlich ist, für das Phtalimidin 2 Constitutionsformeln zur Discussion stehen, nämlich

$$C_6H_4\begin{matrix}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown CH_2 \diagup\end{matrix}NH \;[I] \text{ und } C_6H_4\begin{matrix}\diagup C{=}NH \diagdown \\ \diagdown CH_2 \diagup\end{matrix}O \;[II],$$

so wurde der folgende Versuch angestellt, welcher zur Entscheidung zwischen beiden Formeln führen konnte.

o-Cyanbenzylchlorid $C_6H_4\begin{cases}CN \\ CH_2Cl\end{cases}$ wird in concentrirter Schwefelsäure gelöst, ½ Stunde auf 80°—90° erhalten und dann in Wasser gegossen: der dabei ausgefallene Krystallbrei zeigt nach dem Trocknen bei 50°—60° die Zusammensetzung C_8H_9NClO, ist also *o*-Chlormethylbenzamid $C_6H_4\begin{cases}CO.NH_2 \\ CH_2Cl\end{cases}$. Dieser Körper, welcher die Schleimhäute sehr heftig angreift, zerfällt beim Kochen mit Wasser oder Alkohol grösstentheils in Phtalid und Salmiak,

$$C_6H_4\begin{matrix}\diagup CONH_2 \\ \diagdown CH_2Cl\end{matrix} + H_2O = NH_4Cl + C_6H_4\begin{matrix}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown CH_2 \diagup\end{matrix}O;$$

er ist unlöslich in Wasser; erhitzt man ihn aber einige Zeit auf 150°—160°, so verwandelt er sich unter Umlagerung in das Chlorhydrat einer Base C_8H_7NO, welche mit dem Phtalimidin isomer ist und daher Pseudophtalimidin genannt wurde. Diese Umlagerung findet ihren einfachsten Ausdruck in folgender Gleichung:

[1] Sandmeyer, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 18, 1499.

$$C_6H_4\left\langle\begin{matrix}CO\,NH_2\\ CH_2\,.\,Cl\end{matrix}\right. = C_6H_4\left\langle\begin{matrix}CO\\ CH_2\end{matrix}\right\rangle NH\,.\,HCl$$

o-Chlormethylbenzamid Salzs. Pseudophtalimidin.

Die Formel der neuen Base ist durch das Pikrat $C_8H_7NO.C_6H_3N_3O_7$ (schwerlösliches, krystallinisches Pulver vom Schmelzpunkt 220°) und durch das Platinsalz $(C_8H_7NO)_2H_2PtCl_6 + 2\,aq$ (orangegelbe Nadeln) festgestellt: ob ihr die angenommene Moleculargrösse d. h. in der That die erste, ursprünglich für das Phtalimidin vorgeschlagene Formel I zukommt (und folglich für das Phtalimidin die Formel II zutrifft), konnte durch eine Dampfdichtebestimmung nicht ermittelt werden, da die Verbindung nicht unzersetzt destillirt, wird sich aber vielleicht nach der Raoult'schen Methode bestimmen lassen.

VI. *o*-Xylylbromid und VII. *m*-Xylylbromid

reagiren nach Versuchen der HH. stud. Hans Strassmann bez. Reinhold Brömme durchaus glatt mit Phtalimidkalium.

B. Einwirkung von Phtalimidkalium auf organische Dihalogenverbindungen.

I. Äthylenbromid.

Eine Mischung von 150g Phtalimidkalium und 180g Äthylenbromid wird im Kolben unter Rückflusskühlung im Ölbade bis zum lebhaften Sieden des Bromids erhitzt und zwar so lange, (3 bis 6 Stunden) bis der Kolbeninhalt einen gleichförmigen, bräunlichgelben, zähflüssigen Syrup darstellt, in welchem die Blättchen des angewandten Kaliumsalzes nicht mehr wahrzunehmen sind. Die Reactionsmasse erstarrt unterhalb 80° zu einem steinharten, krystallinischen Kuchen: man vermischt sie jedoch, ehe sie erstarrt ist, mit etwa ½ Liter siedendem Alkohol und kocht das Ganze am Rückflusskühler so lange, bis in der Flüssigkeit nicht mehr harte, gröbere Stücke, sondern bröckliche, pulvrige Massen wahrzunehmen sind. Darnach wird heiss filtrirt, wobei ausser Bromkalium ein hochschmelzendes, gelblich weisses Pulver (A) (etwa 34g) zurückbleibt, während beim Verdunsten des Filtrates ein grösstentheils unter 100° schmelzender Körper B hinterbleibt, welchem noch gewisse Mengen von A beigemischt sind, und von welchem weiter unten die Rede sein wird.

Die Substanz A stellt, nachdem man sie durch Waschen mit Wasser von Bromkalium befreit und aus siedendem Eisessig umkrystallisirt hat, lange, glänzende Nadeln dar, welche bei 232° schmelzen und aus

Äthylendiphtalimid $C_8H_4O_2:NCH_2.CH_2N:C_8H_4O_2$

bestehen. Sie werden durch zweistündige Digestion mit 3 Th. rauchender Salzsäure glatt in Phtalsäure und Äthylendiamin zerlegt, welches durch sein Platinsalz identificirt wurde.

Um das andere neben dem Äthylendiphtalimid erhaltene, niedrigschmelzende Product (B) zu reinigen, löst man es in etwa 200^{ccm} warmem Schwefelkohlenstoff und filtrirt die warme Lösung, wobei die grösste Menge des beigemischten Äthylendiphtalimids auf dem Filter bleibt; beim Erkalten des Filtrates scheidet sich

Bromäthylphtalimid $C_8H_4O_2:NCH_2.CH_2Br$

in krystallinischen Krusten (etwa 90^g) ab; die Mutterlaugen liefern noch etwa 15^g derselben Verbindung.

Für die späterhin zu beschreibenden Umsetzungen ist die so isolirte Bromverbindung hinreichend rein; ihre völlige Reinigung, d. i. Befreiung von dem Diphtalylkörper, lässt sich nur durch wiederholtes Umkrystallisiren erreichen. Das Bromäthylphtalimid löst sich leicht in den üblichen Solventien, schwierig in Ligroïn, schmilzt bei 82°—83°5, siedet unter Zerfall und krystallisirt aus seiner Lösung in sehr viel siedendem Wasser in langen, farblosen Nadeln.

An dem Bromäthylphtalimid ist eine Reihe von Umsetzungen studirt worden, welche nachstehend geschildert werden sollen, und deren Resultat in der Kürze folgendes ist.

Aus dem Bromäthylphtalimid kann sowohl durch Schwefelsäure wie durch Bromwasserstoffsäure die Phtalsäure abgespalten werden, doch resultirt ersterenfalls eine sauerstoffhaltige, letzterenfalls eine bromhaltige Base; auch durch Alkalilauge wird die Bromverbindung angegriffen, jedoch ohne dass Phtalsäure austritt.

Wir besprechen zunächst

a) *das Verhalten des Bromäthylphtalimids gegen Kali.*

Der Bromverbindung wird durch warme Alkalilauge das Halogen leicht und völlig entzogen: erwärmt man nämlich 1 Mol. Bromäthylphtalimid mit etwa 2 Mol. Kali in wässeriger Lösung auf dem Wasserbade, setzt, wenn Lösung eingetreten ist, 1 Mol. Salzsäure hinzu, dampft dann zur Trockne ein und erhitzt den syrupösen Rückstand

kurze Zeit auf etwa 130°, so lässt sich der Masse durch kochendes Wasser

$$\beta\text{-Oxäthylphtalimid } C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}N.CH_2.CH_2OH$$

entziehen. Die Verbindung krystallisirt aus heissem Wasser in farblosen Blättchen oder Nadeln vom Schmelzpunkt 126°—127°; sie ist in der Flüssigkeit, welche man durch Auflösen der Bromverbindung in Kalilauge und darauf folgendes Übersättigen mit Salzsäure gewonnen hat (s. oben), noch nicht enthalten, sondern entsteht erst beim späteren Erhitzen aus der in erster Linie gebildeten, syrupösen Oxäthylphtalaminsäure $C_6H_4 < \begin{matrix} CO_2H \\ CO.NH.C_2H_4.OH. \end{matrix}$

Verhalten des Oxyäthylphtalimids gegen Salzsäure. Wenn man Oxäthylphtalimid mit etwa 4 Th. rauchender Salzsäure auf 200° erhitzt,. so zerfällt es im Sinne der Gleichung:

$$C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}NCH_2.CH_2OH + HCl + H_2O = C_6H_4(CO_2H)_2 + CH_2Cl.CH_2.NH_2,$$

das heisst, es entsteht

salzsaures β-Chloräthylamin $(Cl.CH_2.CH_2.NH_2)HCl$.

Dies Salz wurde in der üblichen Weise aus dem Reactionsproduct als krystallinische Masse gewonnen, indess wegen seiner Hygroskopicität nicht analysirt, sondern in die für die Analyse besser geeigneten beiden folgenden Salze verwandelt: 1. das Pikrat $(C_2H_4Cl.NH_2)C_6H_3N_3O_7 + \frac{1}{2}H_2O$, lange gelbe Nadeln, welche entwässert bei 142—143° schmelzen, und 2. das Chloroplatinat $(C_2H_4Cl.NH_2)_2H_2PtCl_6$ in orangefarbenen, sechsseitigen Blättchen.

b. Verhalten des Bromäthylphtalimids gegen Schwefelsäure.

Wenn man den Bromkörper mit einer Mischung von 1 Vol. Vitriolöl und 2 Vol. Wasser auf 200°—220° erhitzt, so wird er in Phtalsäure, Bromwasserstoff und

β-Oxäthylamin $OH.CH_2.CH_2.NH_2$

zerlegt gemäss der Gleichung

$$C_8H_4O_2:NC_2H_4Br + 3H_2O = C_8H_6O_4 + HBr + C_2H_4(OH).NH_2.$$

Die genannte Base ist bereits von Wurtz und zwar aus Ammoniak und Glycolchlorhydrin bez. Äthylenoxyd dargestellt und durch ihr Platinsalz und Chlorhydrat charakterisirt worden. Aus dem zuvor erwähnten Reactionsproduct wurden zwei neue Salze der Base bereitet.

nämlich das Bromhydrat und das Pikrat. Ersteres $C_2H_7NO.HBr$ krystallisirt aus Aetheralkohol in spitzen Nadeln, ist hygroskopisch und schmilzt unter 100°; letzteres $C_2H_7NO.C_6H_3N_3O_7$ tritt in feinen Nadeln oder sechsseitigen Tafeln auf und schmilzt bei 159°5.

c. Verhalten des Bromäthylphtalimids gegen Bromwasserstoff.

Zur Zerlegung der Bromverbindung ist es unzweckmässig, Salzsäure anzuwenden, weil dadurch keine einheitliche Base, sondern ein Gemisch von chlorhaltigem und bromhaltigem Amin gewonnen wird. Benutzt man dagegen Bromwasserstoffsäure (vom spec. Gew. 1.47 und zwar je 1^{cbcm} auf je 1^{g} Substanz), so vollzieht sich bei 200° glatt die folgende Reaction

$$C_6H_4(CO)_2:NC_2H_4Br + 2H_2O + HBr = C_6H_4(CO_2H)_2 + (C_2H_4Br.NH_2)HBr.$$

Das aus dem Reactionsproduct wie üblich isolirte, rohe

bromwasserstoffsaure β-Bromäthylamin
$(Br.CH_2.CH_2.NH_2).HBr$

wird durch Umkrystallisiren aus dem gleichen Gewichte absoluten Alkohols in spitzrhombischen, nahezu farblosen Krystallen gewonnen. Das Salz schmilzt zwischen 155°—160°; es scheidet, mit concentrirter Kalilauge übergossen, ein sehr wasserlösliches, widerwärtig, aminartig riechendes Öl ab, in welchem ausser freiem Bromäthylamin schon dessen Zersetzungsproducte enthalten sind, da die Base durch Kali weiter zerlegt wird, wie später gezeigt werden soll. Von den Salzen des Bromaethylamins wurde noch analysirt das Pikrat $C_2H_4BrNH_2.C_6H_3N_3O_7 + \frac{1}{2}H_2O$, bernsteingelbe Säulen, welche nach Messungen des Hrn. Privatdocenten Dr. A. Fock dem monosymmetrischen Krystallsysteme angehören und im entwässerten Zustande bei 130°—131°5 schmelzen.

Das Bromäthylamin leiht sich, da in ihm das Halogen wie vorauszusehen eine ähnliche Reactionsfähigkeit zeigt, wie in den Alkylbromiden, zu mannigfaltigen Umsetzungen her, von denen bisher nur die folgenden etwas eingehender studirt worden sind

1. Bromäthylamin und Silbercarbonat.

Einer wässerigen Lösung von Bromäthylaminbromhydrat werden durch Kochen mit aufgeschlemmtem Silbercarbonat beide Bromatome entzogen: die klare Flüssigkeit enthält nach genügend anhaltendem Kochen etwas Silber gelöst, welches man durch Schwefelwasserstoff entfernt. Die filtrirte Lösung liefert alsdann beim Eindampfen einen sehr bald krystallinisch erstarrenden Syrup. Die Masse schiesst aus wenig absolutem Alkohol in wasserklaren, bei 90—91° schmelzenden

Krystallen an, welche sehr wasserlöslich sind und die Formel $C_3H_5NO_2$ besitzen: sie sind demnach als

inneres Anhydrid der Oxäthylcarbaminsäure $CO\begin{array}{l} \diagup NH.CH_2 \\ \quad\quad | \\ \diagdown O\ .\ CH_2 \end{array}$

aufzufassen, dessen Bildung durch folgende Gleichung veranschaulicht wird:

$$CO\begin{array}{l} \diagup OAg \\ \\ \diagdown OAg \end{array} + \begin{array}{r} BrH.NH_2.CH_2 \\ | \\ Br.CH_2 \end{array} = H_2O + 2AgBr + CO\begin{array}{l} \diagup NH.CH_2 \\ \quad\quad\quad | \\ \diagdown O\ .\ CH_2 \end{array}.$$

2. Bromäthylamin und Silbersulfat.

Versetzt man eine heisse Lösung von 1 Mol. Silbersulfat in der hundertfachen Wassermenge mit etwas weniger als 1 Mol. Bromäthylaminbromhydrat, so fällt zunächst nur die Hälfte des Broms als Bromsilber aus; wird nun die Flüssigkeit mehrere Stunden lang am Kochen erhalten und eingedampft, so geht allmählich auch das zweite Bromatom an Silber. Man filtrirt nunmehr die Lösung, versetzt sie zur Entfernung der geringen Menge noch gelösten Silbers mit Salzsäure, filtrirt und dampft auf dem Wasserbade so lange ein, bis der Anfangs verbliebene Syrup sich in eine farblose Krystallmasse verwandelt hat. Letztere lässt sich aus einer geringen Menge heissen Wassers in wasserklaren, kalkspathähnlichen Rhomboedern krystallisirt erhalten, welche sich nicht in Alkohol lösen und erst oberhalb 230° allmählich zusammensintern. Die Verbindung besteht aus

Amidoäthylschwefelsäure $NH_2.CH_2.CH_2.O.SO_2OH$,

deren Bildung wie folgt wiederzugeben ist:

$$HBr.NH_2C_2H_4.Br + Ag_2SO_4 = 2AgBr + NH_2.CH_2.CH_2.O.SO_3H.$$

Da die Verbindung jedoch vollkommen neutral ist und weder mit Säuren noch Alkalien Verbindungen eingeht, haben sich die Amidogruppe und der Schwefelsäurerest im Molecül offenbar gegenseitig abgesättigt, wie es die folgende Formel veranschaulicht:

$$\overset{\vee}{N}H_3.CH_2.CH_2.O.S.O_2.O.$$

---

3. Bromäthylamin und Silberoxyd.

Eine wässerige Lösung von 1 Mol. Bromäthylaminbromhydrat wird mit 1 Mol. feuchtem Silberoxyd versetzt und alsdann Wasserdampf durch die Flüssigkeit geleitet. Man gewinnt auf diese Weise

ein Destillat (D), in welchem sich die Anwesenheit einer Base durch ammoniakalischen bez. aminähnlichen Geruch und durch stark alkalische Reaction gegen Lakmus verräth. Die neue flüchtige Base ist halogenfrei und besteht, wie die Analyse einiger Salze (s. unten) zeigte, aus

Vinylamin $CH_2:CH.NH_2$,

dessen Bildung durch die Gleichung

$$BrCH_2.CH_2.NH_2.HBr + Ag_2O = 2AgBr + H_2O + C_2H_3.NH_2$$

ausgedrückt wird.

Die freie Base selber im wasserfreien Zustande darzustellen, ist angesichts ihrer leichten Zersetzlichkeit bis jetzt nicht gelungen. Die Unbeständigkeit der freien Base und einiger ihrer Salze ergiebt sich nämlich aus folgenden Beobachtungen.

1. Während eine, wie oben angegeben, durch Destillation frisch bereitete Lösung (D) der Base durch Pikrinsäure nicht gefällt wird, erhält man sofort eine starke Fällung eines schwerlöslichen Pikrats, wenn die Lösung über Nacht gestanden hat und dann mit diesem Reagens vermischt wird. Die Fällung tritt um so reichlicher auf, je älter die Lösung (D) ist.

2. Das schwerlösliche Pikrat gehört einer neuen Base an, in welche das Vinylamin allmählich übergeht, und welche schwerer flüchtig ist als das Vinylamin. Während nämlich eine frisch bereitete Vinylaminlösung auf dem Wasserbade fast ohne Rückstand flüchtig ist, hinterlassen ältere Lösungen einen stark alkalisch reagirenden Syrup (und zwar um so mehr, je älter die Lösung war), welcher Kohlensäure anzieht und im Gegensatz zum Vinylamin sehr schwerlösliche Fällungen mit Pikrinsäure und Gold-, sowie Platinchlorid liefert. Die Untersuchung dieser neuen Base ist noch nicht abgeschlossen.

3. Nach der Neutralisation mit Salzsäure ist die Vinylaminlösung etwas länger, aber nicht unbegrenzt haltbar; sie nimmt allmählich alkalische Reaction an und wird dann so veränderlich wie die Lösung der freien Base.

4. Dampft man die mit Salzsäure neutralisirte Lösung auf dem Wasserbade ein, so hinterbleibt ein Syrup, in welchem eine neue, noch zu untersuchende Base enthalten ist; er gibt nämlich mit Pikrinsäure, sowie Gold- und Platinchlorid schwerlösliche Fällungen, während die entsprechenden Salze des Vinylamins leicht löslich sind, wie aus folgender Beschreibung ersichtlich ist.

Salze des Vinylamins. Das Pikrat $C_2H_5N.C_6H_3N_3O_7$ krystallisirt allmählich in derben Nadeln und Tafeln aus, wenn man

frische, möglichst concentrirte Vinylaminlösung (d. h. die ersten Antheile des Destillates) mit Pikrinsäurelösung absättigt und in die Kälte stellt. Die gelben Krystalle gehören nach Messungen des Hrn. Dr. Fock dem monosymmetrischen System an und schmelzen bei 142°. — Das Chloroplatinat $(C_2H_5N)_2H_2PtCl_6$ fällt in sehr wasserlöslichen, kleinen Krystallen aus, wenn man eine concentrirte Vinylaminlösung mit Salzsäure, Platinchlorid und sehr viel Alkohol versetzt. — Das Goldsalz — goldgelbe Nadeln und Tafeln. — wurde wegen seiner grossen Löslichkeit nicht analysirt. — Im Gegensatz zu den genannten Salzen ist das Vinylaminwismuthjodid $3(C_2H_5N.HJ).2BiJ_3$ ein sehr schwerlöslicher Körper, und es empfiehlt sich daher, das Vinylamin in diese Verbindung überzuführen, wenn es nachgewiesen oder aus verdünnten Lösungen gewonnen werden soll.

Das letztgenannte Doppelsalz scheidet sich in feurig rothen, glänzenden Flittern aus (welche unter dem Mikroskop als regelmässige Sechsecke erscheinen), wenn die mit Salzsäure stark übersättigte, verdünnte Vinylaminlösung mit Jodwismuthkalium versetzt wird.

Das Salz ist nach dem Trocknen ein granatrothes, schimmerndes Pulver und liefert bei der Destillation mit Kalilauge eine Lösung der freien Base.

Mit dem Vinylamin isomer aber nicht identisch ist das von Ladenburg und Abel[1] kürzlich beschriebene Äthylenimin $\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{matrix} > NH$, welches durch Destillation des salzsauren Äthylendiamins erhalten wird; der Unterschied zwischen beiden Isomeren geht deutlich aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Äthylenimin	Vinylamin
Platinsalz	in kaltem Wasser unlöslich	in kaltem Wasser leicht löslich
Pikrat	in kaltem Wasser schwer löslich, fällt direct aus	in lauem Wasser leicht löslich, fällt langsam aus
Jodwismuthsalz	meist quadratische Blättchen	sechsseitige Blättchen
Chlorhydratlösung	giebt beim Eindampfen krystallisirtes Chlorhydrat	liefert eingedampft einen Syrup, welcher eine neue Base enthält.

4. Bromäthylaminsalz und Kaliumhydrat.

Wird 1 Mol. Bromäthylaminbromhydrat mit 1 Mol. Kaliumhydrat (Normalkalilösung) in kalter wässeriger Lösung vermischt, so nimmt die Flüssigkeit starke, alkalische Reaction und zeigt Amingeruch, welcher unzweifelhaft von freiem Bromäthylamin herrührt:

$$BrC_2H_4.NH_2.HBr + KOH = KBr + H_2O + BrC_2H_4.NH_2.$$

[1] Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 21, 758.

Erwärmt man nun die Mischung in verschlossener Flasche 10 Minuten lang auf 45°—47°, so verschwindet die Alkalinität fast vollständig und die Lösung enthält erst jetzt, wie man mit Jodwismuth-Kaliumlösung nachweisen kann, Vinylamin. Die Bildung der Base aus dem Bromäthylamin verläuft wie folgt:

$$BrCH_2 . CH_2 . NH_2 = (CH_2 : CH . NH_2) HBr .$$

Man braucht die Flüssigkeit nunmehr nur mit Alkali zu übersättigen und zu destilliren, um eine Lösung von freiem Vinylamin zu erhalten: eine Darstellungsweise, welche der unter 3. angegebenen begreiflicherweise vorzuziehen ist.

Über einige Reactionen des Vinylamins.

Wenn die als Vinylamin angesprochene Base in der That die Formel $CH_2 : CH . NH_2$ besitzt, so muss man erwarten, dass es als Derivat eines ungesättigten Kohlenwasserstoffs additionelle Verbindungen einzugehen vermag. Nun hat sich die Voraussicht, dass eine salzsaure Vinylaminlösung — ähnlich den Allylaminsalzen — Bromwasser entfärben werde, allerdings nicht erfüllt; es gelingt jedoch, wie aus Folgendem erhellt, eine Reihe anderer Additionsproducte aus dem Amin zu gewinnen, welche über seine Natur keinen Zweifel lassen.

1. Chlorwasserstoffsäure und Vinylamin geben wie oben erwähnt wurde, eine neutrale Lösung, welche beim Verdunsten auf dem Wasserbade einen Syrup hinterlässt. Dampft man aber eine mit Salzsäure übersättigte Vinylaminlösung ein, so hinterbleibt eine Krystallmasse, welche aus salzsaurem β-Chloraethylamin $Cl . C_2H_4 . NH_2 . HCl$ besteht. Letzteres ist identisch mit der auf Seite 638 beschriebenen Verbindung, denn sie gibt mit Pikrinsäure dasselbe, bei 142°—143° schmelzende Pikrat. Vinylamin hat also nach folgender Gleichung die Elemente der Salzsäure addirt:

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH . NH_2 \end{matrix} + \begin{matrix} Cl \\ | \\ H \end{matrix} = \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2 . NH_2 . \end{matrix}$$

2. Bromwasserstoffsäure und Vinylamin vereinigen sich, wenn die Säure im Überschuss ist, unter ähnlichen Bedingungen, wie die zuvor angegebenen, zu dem bereits früher (S. 639) beschriebenen β-Bromäthylamin-bromhydrat; auch hier wurde die Base an dem

charakteristischen Pikrat (l. c.) erkannt. Die Addition von HBr hat sich also wie folgt vollzogen:

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH.NH_2 \end{matrix} + \begin{matrix} Br \\ | \\ H \end{matrix} = \begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2.NH_2. \end{matrix}$$

3. Jodwasserstoffsäure und Vinylamin treten ebenfalls zu einem den sub 1. und 2. beschriebenen Verbindungen durchaus analogen Salze zusammen, wenn man die dort angegebenen Bedingungen innehält. Es resultirt nämlich eine aus Alkohol krystallisirbare, bei 192°—194° schmelzende Verbindung $C_2H_7NJ_2$, welche im Hinblick auf die analog gewonnene Chlor- und Bromverbindung als

β-Jodäthylaminjodhydrat $(JCH_2.CH_2.NH_2)HJ$

zu bezeichnen ist. Dies Salz liefert, mit Pikrinsäure versetzt, Jodäthylaminpikrat in derben, gelben Säulen, welche, ähnlich der entsprechenden Chlor- und Bromverbindung, ½ Mol. Krystallwasser enthalten und im wasserhaltigen Zustande bei etwa 105°, im entwässerten bei 129°—131° schmelzen.

4. Schwefelsäure und Vinylamin. Die mit Schwefelsäure übersättigte Lösung der Base hinterlässt, auf dem Wasserbade eingedunstet, einen Syrup, aus welchem durch Lösen in wenig heissem Wasser rhomboederartige Krystalle der Formel $C_2H_7NSO_4$ erhalten werden. Selbige sind identisch mit der früher (S. 640) beschriebenen Amidoäthylschwefelsäure, mithin gemäss der Gleichung

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH.NH_2 \end{matrix} + \begin{matrix} O.SO_3H \\ | \\ H \end{matrix} = \begin{matrix} CH_2.O.SO_3H \\ | \\ CH_2.NH_2 \end{matrix}$$

entstanden.

5. Schwefligsäure und Vinylamin. Die Lösung der Base wird mit Schwefligsäure übersättigt und dann eingedampft; es hinterbleibt ein krystalldurchsetzter Syrup, welcher nach dem Lösen in einer geringen Menge warmen Wassers demantglänzende Nadeln liefert. Letztere stimmen sowohl chemisch, als auch, wie Hr. Dr. Fock ermittelte, krystallographisch mit dem Taurin $C_2H_7NSO_3$ überein, so dass die Anlagerung der Schwefligsäure folgendermaassen stattgefunden hat:

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH.NH_2 \end{matrix} + \begin{matrix} SO_3H \\ | \\ H \end{matrix} = \begin{matrix} CH_2.SO_3H \\ | \\ CH_2.NH_2. \end{matrix}$$

6. Salpetersäure und Vinylamin. Beim Eindampfen einer mit Salpetersäure übersättigten Vinylaminlösung bleibt ein farbloser Syrup, welcher im Exsiccator allmählich zu einer faserigen Krystall-

masse erstarrt. Nach dem Abwaschen mit wenig absolutem Alkohol stellt die Substanz farblose, hygroskopische Krystalle dar, welche bei etwa 52°—55° schmelzen und aus

β-Oxäthylaminnitrat $OH.CH_2.CH_2.NH_2, HNO_3$

bestehen. Somit hat das Vinylamin unter dem Einfluss der Salpetersäure die Elemente des Wassers fixirt:

$$\begin{array}{l} CH_2 \\ \| \\ CH.NH_2 \end{array} + \begin{array}{l} OH \\ | \\ H \end{array} = \begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH_2.NH_2 \end{array}.$$

Wenn eine concentrirte Lösung des vorliegenden Nitrats mit pikrinsaurem Natrium versetzt wird, so krystallisirt allmählich das oben (S. 639) erwähnte Pikrat vom Schmelzpunkt 159°5 aus; mit freier Pikrinsäure ist das Pikrat aus dem Nitrat nicht darstellbar.

7. Physiologische Wirkung des Vinylamins. Eine frischbereitete, mit Salzsäure neutralisirte Vinylaminlösung besitzt nach Versuchen des Hrn. Prof. Dr. P. Ehrlich ausgesprochen toxische Eigenschaften bei Warmblütern, indem Meerschweinchen nach Dosen von 0g03 $C_2H_5N.HCl$ pro 1kg im Verlauf der ersten 10 Stunden, nach Gaben von 0g015 innerhalb 24 Stunden zu Grunde gehen.

Über atmosphaerische Bewegungen.

Von H. von Helmholtz.

(Vorgetragen am 3. Mai [s. oben S. 529].)

§. 1.

Einfluss der Reibung auf die grossen Circulationen der Atmosphaere.

Der Einfluss der Flüssigkeitsreibung im Innern sehr ausgedehnter Räume, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und keine Wirbel enthalten, ist immer ein verhältnissmässig sehr kleiner. Es lässt sich dies schon aus Betrachtungen, die sich auf das Princip der mechanischen Ähnlichkeit stützen, nachweisen. Wenn wir Euler's hydrodynamische Gleichungen bilden, und darin mit u, v, w die Componenten der Geschwindigkeit parallel den Axen der x, y, z, mit ε die Dichtigkeit, mit p den Druck, mit P das Potential der Kräfte bezeichnen, die auf die Masseneinheit der Flüssigkeit wirken: so ist bekanntlich, indem wir $P, \varepsilon, p, u, v, w$ als Functionen von x, y, z, t behandeln, für eine der Reibung unterworfene Flüssigkeit

$$-\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{1}{\varepsilon}\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} + u\cdot\frac{\partial u}{\partial x} + v\cdot\frac{\partial u}{\partial y} + w\cdot\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{k^2}{\varepsilon}\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right] \ldots \quad 1$$

$$-\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial(\varepsilon u)}{\partial x} + \frac{\partial(\varepsilon v)}{\partial y} + \frac{\partial(\varepsilon w)}{\partial z} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1a.$$

Zur ersteren Gleichung kommen noch zwei nach den anderen Coordinaten symmetrische hinzu.

Wenn wir nun irgend welches particuläres Integral dieser Gleichungen gefunden haben, welches für einen bestimmten Raum gilt, so werden die Gleichungen auch gelten für einen zweiten Fall, wo die sämmtlichen Lineardimensionen x, y, z und ebenso die Zeit t, aber auch die Reibungsconstante k^2 auf das $n$fache vergrössert sind, $P, p, \varepsilon, u, v, w$ aber für jeden Werth der neuen Coordinaten nx, ny, nz, nt denselben Werth behalten, wie sie im ersten Falle für x, y, z, t hatten. Daraus folgt, dass die Bewegung in analoger Weise, und nur langsamer von Statten geht, wenn bei der Bewegung der vergrösserten

Masse auch gleichzeitig die Reibungsconstante entsprechend vergrössert werden kann. Wenn dies nicht der Fall ist, dieselbe vielmehr unveränderten Werth behält, so wird der Einfluss der Reibung auf die vergrösserte Masse sehr viel kleiner werden, als auf die kleinere. Die grosse Masse wird in Folge dessen die Wirkungen des Beharrungsvermögens viel weniger durch die Reibung beeinflusst zeigen.

Zu bemerken ist, dass dabei das Potential P zwar unverändert blieb, die Kräfte $\frac{\partial P}{\partial x}$ aber auf den Werth $\frac{1}{n}$ zurückgeführt werden würden, und dass der ganze Process, wie schon bemerkt, zu seinem Ablauf die $n$fache Zeit erfordern würde.

Da Dichtigkeit und Druck unverändert bleiben sollen, so würden auch die etwa vorhandenen Temperaturunterschiede ihre Grösse und Wirkung behalten und das Verhältniss der mechanischen Ähnlichkeit nicht stören.

Leider können wir in verkleinerten Modellen die in verschiedenen Höhen verschiedene Dichtigkeit der Atmosphaere nicht nachahmen, da wir die Schwerkraft, die im $\frac{\partial P}{\partial x}$ steckt, nicht entsprechend ändern können. Unsere mechanischen Vergleiche würden nur eine Atmosphaere von constanter Dichtigkeit nachahmen können. Eine solche müsste bekanntlich 8026^{m} Höhe bei 0° C. haben, um den mittleren Barometerstand von 76^{cm} Quecksilber hervorzubringen. Wollten wir sie im Modell durch eine Schicht von 1^{m} Höhe darstellen, so würde ein Tag auf 10.8 Secunden, ein Jahr auf 65.5 Minuten reducirt werden müssen, und der Einfluss der Reibung bei einer Bewegung mit Geschwindigkeiten, die denen der Atmosphaere entsprechen, in dem kleinen Modell 8026 mal so gross sein müssen als in der Atmosphaere. Der Verlust an lebendiger Kraft in der Atmosphaere während eines Jahres würde also nur dem in $\frac{65.5}{8026}$ Minuten, was weniger als eine halbe Secunde ist, entsprechen.

Andererseits lässt sich mit den gemessenen Werthen der Reibungsconstante der Luft für einige einfache Fälle berechnen, wie lange Zeit eine nur durch Reibung verzögerte Bewegung gebrauchen würde, um auf die Hälfte ihrer Geschwindigkeit herabzugehen. Die Annahme constanter Dichtigkeit ist hierbei für unseren Zweck ungünstiger, als die Wirklichkeit.

Nehmen wir an, dass über einer unendlichen Ebene sich eine Luftschicht von der constanten Dichtigkeit der unteren Schichten der Atmosphaere ausbreitete und eine fortströmende Bewegung von der Geschwindigkeit u in Richtung der x parallel der Ebene habe.

Es sei z die verticale Coordinate, so ist die Bewegungsgleichung für das Innere der Masse

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{k^2}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \Big\} \, 2.$$

An der Bodenfläche $z = 0$ soll die Flüssigkeit festhaften. Hier wäre

$$u = 0_{z=0} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \Big\} \, 2_a$$

an der oberen Grenzfläche $z = h$, soll sie keiner Reibung unterworfen sein, also dort sei

$$\frac{\partial u}{\partial z} = 0_{z=h} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \Big\} \, 2_b.$$

Von den particulären Integralen der Gleichung 2:

$$u = Ae^{-nt} \sin(qx)$$
$$n = \frac{k^2}{\varepsilon} q^2,$$

welche die Grenzbedingung 2_a erfüllen, ist das langsamst verschwindende, welches auch 2_b erfüllt, durch den Werth gegeben

$$q = \frac{\pi}{2h}.$$

Dadurch wird

$$n = \frac{k_2}{\varepsilon} \cdot \frac{\pi^2}{4h^2}.$$

Der Factor e^{-nt} ist zur Zeit: $t = 0$, gleich 1. Damit er gleich $\frac{1}{2}$ werde, muss sein:

$$nt = \log \text{nat.}\ 2 = 0.69315.$$

Nach Maxwell's[1] Bestimmungen ist

$$\frac{k^2}{\varepsilon} = 0.13417\ [1 + 0.00366\vartheta_c] \cdot \frac{cm \cdot cm}{scd},$$

wo ϑ_c die Temperatur nach Celsius bezeichnet. Daraus ergiebt sich für 0° C.

$$t = 42747 \text{ Jahre.}$$

Vertheilen wir dieselbe Luftmasse mit geringerer Dichtigkeit auf eine dickere Schicht, so dass $(\varepsilon \cdot h)$, wie das von ε unabhängige k^2, unveränderten Werth behält, so muss t wie h wachsen. Daraus geht hervor, dass in den höheren dünneren Schichten der Atmosphaere

[1] Theory of Heat. London 1871, p. 279, wo $\frac{k^2}{\varepsilon}$ mit ν bezeichnet ist, k^2 mit ϱ.

die Wirkung der Reibung sich durch Luftschichten von gleicher Masse noch langsamer fortpflanzt, als durch die unteren dichteren.

Erhöhung der absoluten Temperatur ϑ dagegen würde bewirken, dass die Zeit t, wie $\frac{1}{\vartheta}$ abnähme. Die niedere Temperatur der höheren Schichten der Atmosphaere verringert ebenfalls den hier betrachteten Einfluss der Reibung.

Auch diese Rechnung zeigt, wie ausserordentlich unbedeutend die Wirkungen der Reibung an der Erdoberfläche, die im Verlaufe eines Jahres zu Stande kommen können, für die höheren Luftschichten sein würden.

Nur an festen Grenzen des Raumes, den die Atmosphaere erfüllt, beziehlich an inneren Trennungsflächen, wo Ströme verschiedener Geschwindigkeit an einander grenzen, bleiben die Flächenkräfte bei Vergrösserung des Maasstabes dieselben, auch wenn man den Reibungscoefficienten nicht mit vergrössert, und dies lässt erkennen, dass die Vernichtung lebendiger Kraft durch Reibung hauptsächlich nur an der Bodenfläche und an den bei Wirbelbewegungen vorkommenden Trennungsflächen stattfinden könne.

Ähnlich verhält es sich mit den Temperaturänderungen, welche durch die eigentliche Leitung der Wärme im engeren Sinne (Diffusion der bewegten Gasmolekeln zwischen wärmeren und kälteren Schichten) vor sich gehen kann. Der Leitungscoefficient für die Wärme k, wenn man als Einheit der Wärme diejenige wählt, welche die Volumeneinheit der Substanz um einen Temperaturgrad erwärmt (thermometrischer Wärmeleitungscoefficient), ist nach Maxwell:[1]

$$\varkappa = \frac{5}{3 \cdot \gamma}\left(\frac{k^2}{\varepsilon}\right),$$

wo γ das Verhältniss zwischen den beiden specifischen Wärmen des Gases bezeichnet.

Dieses $\varkappa$ ist in Gleichung (2) statt $\frac{k^2}{\varepsilon}$ zu setzen, um die entsprechenden Aufgaben für die Wärmeleitung zu lösen, und es zeigt sich, wenn wir $\gamma = 1.41$ setzen, dass in der oben angenommenen gleichmässig dichten Atmosphaere von 0° und 76^{cm} Quecksilber Druck eine Zeit von 36164 Jahren nöthig sein würde, um durch Leitung die letzten Temperaturunterschiede der oberen und unteren Fläche auf die Hälfte zu reduciren.

Somit wird auch für den Wärmeaustausch fast nur Strahlung und Convection der Wärme durch Luftbewegung in Betracht kommen

[1] A. a. O. S. 302.

dürfen, ausser an der Grenze gegen den Erdboden und an inneren Discontinuitätsflächen.

Andererseits zeigen wiederum einfache Rechnungen, dass eine ungehemmte Circulation der Luft in der Passatzone selbst nicht bis zu 30° Breite bestehen könne.

Wenn wir uns einen rotirenden Luftring denken, dessen Axe mit der Erdaxe zusammenfällt, und der durch den Druck der benachbarten ähnlichen Ringe bald mehr nördlich, bald südlich geschoben wird, und bei dem wir die Reibung vernachlässigen können: so muss nach dem bekannten allgemeinen mechanischen Princip das Rotationsmoment desselben constant bleiben. Wir wollen dasselbe, für die Einheit der Masse berechnet, mit Ω bezeichnen und die Winkelgeschwindigkeit des Ringes mit ω, seinen Radius mit ρ, so ist bekanntlich

$$\Omega = \omega \cdot \rho^2, \qquad \{3$$

und es muss also ω sich umgekehrt proportional mit ρ^2 verändern. Bezeichnen wir den mittleren Radius der Erde mit $R = 6379600^m$ und mit β die geographische Breite, mit ω_0 die Rotationsgeschwindigkeit der Erde, so ist die entsprechende relative Geschwindigkeit zur Erdoberfläche für einen Luftring, der am Aequator Windstille macht:

$$\rho(\omega - \omega_0) = \omega_0 \left[\frac{R}{\cos\beta} - R\cos\beta\right].$$

Dies giebt für Luft, die in der Zone der Calmen auf dem Aequator ruht, bei Verschiebung

zur Breite	10°	die Windgeschwindigkeit	$14^m.18$	per Sec.
» »	20	» »	57.63	» »
» »	30	» »	133.65	» »

Da 20^m in der Secunde die Geschwindigkeit eines Courierzuges ist, so zeigen diese Zahlen ohne Weiteres, dass solche Stürme auf breiten Erdgürteln nicht bestehen. Wir dürfen also nicht die Annahme machen, dass die am Aequator aufgestiegene Luft auch nur 20° weiter nordwärts ungehemmt wieder den Erdboden berühre.

Nicht viel besser wird die Sache, wenn man den Luftring in einer mittleren Breite ruhend nimmt. Dann würde er auf dem Aequator Ostwind ergeben, in 30° Breite Westwind; aber beide Geschwindigkeiten würden weit über die nicht allzu ungewöhnlichen Geschwindigkeiten der beobachteten Winde hinausgehen.

Da nun in der That die Beobachtungen eine Circulation der Luft in der Passatzone nachweisen, so ist die Frage aufzuwerfen: wodurch wird die westöstliche Geschwindigkeit dieser Luftmassen gehemmt und verändert? Dies nachzuweisen ist der Zweck der folgenden Betrachtungen.

§. 2.

Vom Gleichgewicht rotirender und verschieden erwärmter Luftringe.

Führen wir in die Gleichungen (1) nur rotirende Bewegungen um die Axe ein, wobei ω, Ω und ρ ihre eben eingeführte Bedeutung behalten, so ist

$$u = 0$$
$$v = -z\omega = -z\frac{\Omega}{\rho^2}$$
$$w = \quad y\omega = y\cdot\frac{\Omega}{\rho^2},$$

und betrachten wir eine stationäre Art der Bewegung, in der Ω, p, P und ε Functionen nur von x und ρ sind, so werden die Gleichungen 1:

$$-\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{1}{\varepsilon}\cdot\frac{\partial p}{\partial x} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3_a.$$
$$-\frac{\partial P}{\partial \rho}\cdot\frac{y}{\rho} - \frac{1}{\varepsilon}\cdot\frac{\partial p}{\partial \rho}\cdot\frac{y}{\rho} = -y\cdot\frac{\Omega^2}{\rho^4}.$$
$$-\frac{\partial P}{\partial \rho}\cdot\frac{z}{\rho} - \frac{1}{\varepsilon}\cdot\frac{\partial p}{\partial \rho}\cdot\frac{z}{\rho} = -z\cdot\frac{\Omega^2}{\rho^4}.$$

Die beiden letzteren Gleichungen verschmelzen in die eine:

$$\frac{\partial P}{\partial \rho} + \frac{1}{\varepsilon}\cdot\frac{\partial p}{\partial \rho} = \frac{\Omega^2}{\rho^3} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3_b.$$

Die Gleichung 1_a ist durch die angenommenen Werthe von u, v, w erfüllt. Also sind 3_a und 3_b die einzigen zu erfüllenden Gleichungen.

Was den Werth der Dichtigkeit ε betrifft, so hängt derselbe von dem Drucke p und der Temperatur ab. Da wirksame Wärmeleitung ausgeschlossen ist, müssen wir hier das Gesetz der adiabatischen Änderungen zwischen p und ε festhalten. Darnach ist

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0},$$

worin γ wieder das Verhältniss der specifischen Wärmen bezeichnet. Bezeichnen wir die Temperatur der betreffenden Luftmasse, welche sie unter dem Drucke p_0 annehmen würde, mit ϑ, wonach dieses Zeichen also den bleibenden Wärmegehalt der Luft bezeichnet, während ihre Temperatur mit dem Drucke wechselt, und setzen wir:

$$\frac{p_0}{\varepsilon_0\vartheta} = \Re,$$

so ist

$$\frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial p}{\partial \rho} = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \frac{\vartheta \cdot \mathfrak{R}}{p_0} \cdot \frac{\partial p}{\partial \rho},$$

oder wenn wir zu weiterer Abkürzung

$$\frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot \mathfrak{R} \cdot p_0^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = q \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} 3_c,$$

$$p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \varpi \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} 3_d$$

setzen, wird

$$\frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial p}{\partial \rho} = q \cdot \vartheta \cdot \frac{\partial \varpi}{\partial \rho},$$

worin q eine von ϑ und p unabhängige Constante des Gases bezeichnet.

Ebenso wird

$$\frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = q \cdot \vartheta \cdot \frac{\partial \varpi}{\partial x},$$

und also innerhalb einer Luftschicht von constantem ϑ und Ω nach 3_a und 3_b:

$$P + q \cdot \vartheta \cdot \varpi = -\tfrac{1}{2} \frac{\Omega^2}{\rho^2} \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} 3_e.$$

Bei der sehr geringen Abweichung der Erde von der Kugelgestalt ist es erlaubt die Rechnung dadurch zu vereinfachen, dass wir die Erde zwar als eine Kugel betrachten, dagegen dem Potential P einen Zusatz geben, welcher bewirkt, dass bei der normalen Umlaufsgeschwindigkeit ω_0 der Erde die kugelige Oberfläche derselben eine Niveaufläche werde. Zu dem Ende setzen wir

$$P = -\frac{G}{r} + \tfrac{1}{2}\, \omega_0^2 \cdot \rho^2 .$$

Dies giebt die auf die Masseneinheit wirkende Kraftcomponente in Richtung der x:

$$X = -\frac{\partial P}{\partial x} = -\frac{Gx}{r^3},$$

die in Richtung der ρ:

$$\mathrm{P} = -\frac{\partial P}{\partial \rho} = -\frac{G \cdot \rho}{r^3} - \omega^2 \cdot \rho .$$

Wenn zur letzteren noch die Centrifugalkraft $+\, \omega^2 \cdot \rho$ hinzukommt, bleibt nur eine senkrecht gegen die Kugelfläche gerichtete Kraft auf der umlaufenden Erde übrig. Die kugelige Oberfläche wird dadurch Niveaufläche der vereinigten Potential- und Centrifugalkraft, wie es die Oberfläche der Erde wirklich ist.

Dann wird unsere Gleichung 3_e:

$$q \cdot \vartheta \cdot \varpi = -\tfrac{1}{2}\frac{\Omega^2}{\rho^2} + \frac{G}{r} - \tfrac{1}{2}\omega_0^2 \cdot \rho^2 + C \dots\dots\dots \Big\} 3_f.$$

Die Function ϖ, welche eine Potenz des Druckes p mit positivem Exponenten ist, steigt und fällt mit p, bleibt unverändert, wo p unverändert bleibt, so dass wir den Sinn der Veränderungen des Druckes kurzweg nach denen von ϖ ermessen können.

Innerhalb einer gleichmässigen Schicht, bei unverändertem r, d. h. in unveränderter Höhe über dem Erdboden, hat ϖ ein Maximum, wo

$$\frac{\Omega^2}{\rho^3} = \omega_0^2 \rho$$

oder wenn wir ω statt Ω aus Gleichung 3 einführen, wo

$$\omega^2 = \omega_0^2,$$

d. h. da, wo der Ring Windstille macht. Gegen diese Stelle hin wächst der Druck, sowohl vom Pol, wie vom Aequator her.

§. 3.

Gleichgewicht aneinander stossender Schichten von verschiedenen Werthen des ϑ und Ω.

An beiden Seiten der Trennungsfläche solcher Schichten wird p und also auch $q \cdot \varpi$ (s. Gleichung 3_d) denselben Werth haben müssen. Unterscheiden wir die Grössen beider Seiten durch die Indices 1 und 2, so erhalten wir (aus 3_e) demgemäss:

$$\left(\frac{1}{\vartheta_1} - \frac{1}{\vartheta_2}\right) \cdot \frac{G}{r} = \frac{1}{2}\frac{1}{\rho^2}\left[\frac{\Omega_1^2}{\vartheta_1} - \frac{\Omega_2^2}{\vartheta_2}\right] + \tfrac{1}{2}\omega_0^2\rho^2\left[\frac{1}{\vartheta_1} - \frac{1}{\vartheta_2}\right] - \frac{C_1}{\vartheta_1} + \frac{C_2}{\vartheta_2} \dots \Big\} 4.$$

Dies würde die Gleichung der Grenzcurve sein, linear nach r und quadratisch nach ρ^2.

Um die Richtung ihrer Tangente zu finden, differentiiren wir die Gleichung (4) nach r und ρ.

$$\frac{G}{r_2} dr = \frac{d\rho}{\rho^3}\left[\frac{\Omega_1^2 \cdot \vartheta_2 - \Omega_2^2 \cdot \vartheta_1}{\vartheta_2 - \vartheta_1} - \omega_0^2 \rho^4\right] \dots\dots\dots\dots \Big\} 4_a.$$

Oder wenn wir statt der Ω die entsprechende Werthe der ω aus Gleichung (3) einsetzen

$$+\frac{G}{r^2} dr = \rho \cdot d\rho \cdot \frac{(\omega_2^2 - \omega_0^2)\vartheta_1 - (\omega_1^2 - \omega_0^2)\vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2} \dots\dots\dots \Big\} 4_b.$$

Um zu entscheiden, wie die beiden Schichten gegen die Grenzfläche liegen müssen, wenn sie stabiles Gleichgewicht haben sollen, überlegen wir Folgendes: Die Gleichung der Grenzfläche (4) kann ihrer Herleitung nach auch geschrieben werden

$$\varpi_1 - \varpi_2 = \text{Const.} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} 4_c$$

oder, wenn wir mit ds ein Längenelement derselben bezeichnen,

$$\frac{\partial}{\partial s}[\varpi_1 - \varpi_2] = 0.$$

Nun sind ϖ_1 und ϖ_2 Functionen, die auch über die Grenzcurve fortgesetzt einen Sinn haben und continuirlich sich ändernd fortgesetzt werden können. Die Differenz $(\varpi_1 - \varpi_2)$ wird also im Allgemeinen auf der einen Seite der Fläche bei wachsender Entfernung dn von dieser steigen, auf der anderen Seite abnehmen, d. h. negativ werden, und zwar wird dann auf der Seite, wo $\frac{d(\varpi_1 - \varpi_2)}{dn}$ positiv ist, auch für jede andere Richtung dh, in der man sich von einem Punkte der Fläche nach derselben Seite hin, wie dn von der Fläche entfernt,

$$\frac{\partial}{\partial h}(\varpi_1 - \varpi_2) > 0$$

sein müssen. Wenn dh nach der anderen Seite der Fläche $[\varpi_1 - \varpi_2 = 0]$ sieht, wird dagegen

$$\frac{\partial}{\partial h}(\varpi_1 - \varpi_2) < 0$$

negativ sein.

Wenn nun die Differenz auf der mit dem Index 1 bezeichneten Seite der Fläche positiv ist, so wird bei einer verschwindend kleinen Ausbuchtung der Grenzfläche nach dieser Seite hin, diese Ausbuchtung durch das aussen grössere ϖ_1 zurückgedrängt werden; ebenso aber auch eine verschwindende Ausbuchtung nach der negativen Seite, wo im Gegentheil ϖ_1 im Innern der Ausbuchtung schneller abnimmt. Dann ist also das Gleichgewicht stabil. Im Gegentheil ist es labil, wenn auf der Seite von ϖ_1 die Differenz $(\varpi_1 - \varpi_2)$ negativ wird.

Wir brauchen nun nicht die Differentialquotienten für die Richtung dn zu bilden, es genügt sie für dr oder $d\rho$ zu bilden, und nur zu ermitteln ob die positiven dr oder $d\rho$ nach der Seite des Index 1 oder 2 sehen.

Indem man aus Gleichung 3_f diese Differentialquotienten bildet, ergiebt sich

$$q \cdot \frac{\partial(\varpi_1 - \varpi_2)}{\partial r} = -\frac{G}{r^2}\left[\frac{1}{\vartheta_1} - \frac{1}{\vartheta_2}\right] \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} 4_d.$$

Der Differentialquotient ist positiv, wenn $\vartheta_1 > \vartheta_2$. Die partielle Differentiirung nach r, während ρ unverändert bleibt, bezeichnet ein Fortschreiten in einer aufsteigenden Richtung der Erdaxe parallel, d. h. in der Richtung einer nach dem Himmelspole gerichteten Linie.

Stabil ist das Gleichgewicht, wenn die wärmehaltigeren Schichten in der Richtung nach dem Himmelspol zu höher liegen.

Bilden wir dann den anderen Differentialquotienten:

$$q \cdot \frac{\partial}{\partial \rho}(\varpi_1 - \varpi_2) = \frac{1}{\rho^3}\left(\frac{\Omega_1^2}{\vartheta_1} - \frac{\Omega_2^2}{\vartheta_2}\right) - \omega_0^2 \rho \left(\frac{1}{\vartheta_1} - \frac{1}{\vartheta_2}\right) \cdots\cdots\cdots \Big\} 4_e$$

$$= \rho\left[\frac{\omega_1^2 - \omega_0^2}{\vartheta_1} - \frac{\omega_2^2 - \omega_0^2}{\vartheta_2}\right] \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \Big\} 4_f.$$

Wenn hierin ϑ_1 den höheren Wärmegehalt bezeichnet, so ist das Gleichgewicht stabil, wenn längs der Grenzfläche überall

$$\rho \cdot \frac{\omega_1^2 - \omega_0^2}{\vartheta_1} > \rho \cdot \frac{\omega_2^2 - \omega_0^2}{\vartheta_2}.$$

Beide Werthe sind positiv, wo Westwind herrscht, negativ, wo Ostwind.

Den Ausdruck 4_e können wir auch schreiben

$$q \cdot \frac{\partial}{\partial \rho}(\varpi_1 - \varpi_2) = \frac{1}{\rho^3} \cdot \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\vartheta_1 \cdot \vartheta_2}\left[\omega_0^2 \rho^4 + \frac{\Omega_1^2 \cdot \vartheta_2 - \Omega_2^2 \cdot \vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2}\right].$$

Damit dies in allen Breiten positiv sei genügt das

$$\Omega_1^2 \cdot \vartheta_2 > \Omega_2^2 \cdot \vartheta_1$$

oder

$$\frac{\Omega_1^2}{\vartheta_1} > \frac{\Omega_2^2}{\vartheta_2}.$$

Der Regel nach wird das der Fall sein, da im Allgemeinen ϑ mit ρ gleichzeitig steigt, und zwar von einem endlichen Werthe am Pole zu einem endlichen am Aequator. Ω_1^2 steigt ebenfalls mit ρ, und zwar von Null am Pole bis $\omega_0^2 \rho^2$ am Aequator, so dass auch $\frac{\Omega^2}{\vartheta}$ von Null am Pole zu einem endlichen positiven Werthe am Aequator steigt. Wir wollen deshalb diesen Fall als den Normalfall bezeichnen. Ausnahmen werden nur unter besonderen Verhältnissen in beschränkten Zonen vorkommen können.

Im Normalfall wird das wärmere ϖ_1, wenn man in gleichem Niveau fortschreitet auf Seite des grösseren ρ, d. h. dem Aequator zugewendet liegen, und ebenso auf Seite der grösseren r, wenn man

nach dem Himmelspol hin fortschreitet, d. h. ρ und r wachsen nach derselben Seite der Grenzfläche, und diese Fläche muss so stark geneigt sein, dass die Tangente ihres Meridianschnitts das Himmelsgewölbe zwischen dem Pol und dem darunter liegenden Punkte des Horizontes schneidet. Nahe dem Aequator, wo der Pol sehr wenig sich über den Horizont hebt, giebt dies eine Neigung der Grenzflächen, die einen sehr kleinen spitzen Winkel mit dem Horizonte macht.

Dem entsprechend lässt Gleichung 4_a erkennen, dass längs der Grenzfläche selbst $\frac{dr}{d\rho}$ unter diesen Umständen negativ ist.

Die aufsteigende Richtung nach einem unterhalb des Himmelspoles liegenden Punkte ist also die normale Neigung der Grenzflächen.

Wenn im Gegentheile ausnahmsweise Stellen vorkommen sollten, in denen

$$\omega_0^2\rho^4 + \frac{\Omega_1^2\vartheta_2 - \Omega_2^2\vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2} < 0, \qquad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \Big\} \, 4_h$$

so würde in solchen nach Gleichung 4_a $\frac{dr}{d\rho}$ positiv werden, d. h. die Grenzlinie würde im Niveau steigen, wenn man sich von der Erdaxe entfernt.

Da übrigens die Gleichung 4_d zeigte, dass die wärmere Luft in Richtung der zum Pol gezogenen Linie höher liegen muss, so kann diese Linie die Grenzfläche zweier Schichten nicht zweimal schneiden und es folgt also, dass sie in dem abnormen Falle nothwendig zwischen der Grenzfläche und der unter dem Pol lagernden Horizontalebene bleiben muss. Die Tangenten des Meridianschnitts der Grenzflächen werden also den grösseren Bogen am Himmelsgewölbe zwischen Pol und äquatorialer Seite des Horizonts irgendwo schneiden müssen.

Je kleiner die Temperaturdifferenz im Verhältniss zur Differenz der Rotationsgeschwindigkeiten, desto näher kommt die genannte Tangente dem Pol.

Übrigens können an verschiedenen Stellen der Grenzlinie derselben zwei Schichten normale und abnorme Neigungen vorkommen. Denn da in dem Ausdruck, auf dessen positiven oder negativen Werth es ankommt (s. Gleichung 4_h), die Ω und ϑ in der Ausdehnung jeder Schicht constant sind, kann dieser Werth bei gleicher Höhe über der Erde näher dem Aequator positiven Werth haben, näher den Polen negativen Werth. Dazwischen wird die Grenzcurve ein Maximum der Höhe erreichen müssen, wo die besprochene Grösse von positiv zu negativ durch Null übergeht. Ebenda ist nach (4_a) auch $\frac{dr}{d\rho} = 0$, also r ein Grenzwerth, hier ein Maximum.

Lage der Schichten bei continuirlicher Änderung der Rotationsgeschwindigkeit mit dem Wärmegehalt.

Die bisher angestellten Betrachtungen lassen sich auch ausdehnen auf den Fall, wo Ω eine stetige Function von ϑ ist und der Werth von ϑ in den atmosphaerischen Schichten sich stetig ändert. Die einzelnen Schichten sind dann nur als verschwindend in ihrer Dicke anzusehen. Dann wird Gleichung 4_a

$$G\frac{dr}{r^2} = \frac{d\rho}{\rho^3}\left[\frac{d\left[\frac{\Omega^2}{\vartheta}\right]}{d\left(\frac{1}{\vartheta}\right)} - \omega_0^2\rho^4\right]$$

$$= \frac{d\rho}{\rho^3}\left[\Omega^2 - \vartheta\cdot\frac{d\Omega^2}{d\vartheta} - \omega_0^2\rho^4\right].$$

Damit das Gleichgewicht stabil sei, muss der Wärmegehalt (s. Gleichung 4_b) in der Richtung zum Himmelspol hin steigen. Die Schichten gleichartiger Luft aber werden weniger steil als die Polaxe steigen an allen Stellen, wo die Grösse

$$\Omega^2 - \vartheta\cdot\frac{d\Omega^2}{d\vartheta} < \omega_0^2\cdot\rho^4,$$

dagegen steiler, wo die linke Seite grösser ist.

§. 4.

Allmählige Veränderungen des Gleichgewichts durch Reibung und Erwärmung.

Es ist bekannt, wie verschieden sich die Ausbreitung von Temperaturänderungen in der Luft gestaltet, je nachdem unten oder oben Wärme zugeführt oder entzogen wird.

Wird die untere Seite einer Luftschicht erwärmt, wie es am Erdboden durch die Sonnenstrahlen geschieht, so strebt die gewärmte Luftschicht aufzusteigen. Dies geschieht bald in kleinen überall verbreiteten zitternden und flimmernden Strömchen, wie wir sie über einer stark von der Sonne erhitzten Ebene sehen; bald sammeln sich, wo örtliche Gelegenheit ist, namentlich an Bergseiten, die kleinen Strömchen zu grösseren. Die Verbreitung der Wärme geschieht verhältnissmässig schnell durch die ganze Dicke der Luftschicht, und wenn sie in ganzer Höhe gleich wärmehaltig, also im adiabatischen

Gleichgewicht ist, wird sich auch die neu hinzukommende Luft von Anfang an durch die ganze Höhe zu vertheilen streben.

Dasselbe geschieht in ähnlicher Schnelligkeit, wenn die obere Seite einer Luftschicht abgekühlt wird.

Andererseits wenn die obere Seite gewärmt und die untere gekühlt wird, treten solche convectiven Bewegungen nicht ein. Die Leitung wirkt in grossen Dimensionen, wie ich schon oben ausgeführt habe, sehr langsam; und die Strahlung kann in erheblichem Maasse nur für diejenigen Arten von Strahlen sich geltend machen, welche stark absorbirt werden. Indessen zeigen die Versuche über Strahlung des Eises und die Beobachtungen der Nachtfröste, dass selbst Strahlen so niederer Temperatur dicke Schichten der reinen Atmosphaere grösstentheils ohne erhebliche Absorption durchlaufen können.

Eine kalte Luftschicht am Boden kann deshalb lange liegen bleiben, ebenso eine warme in der Höhe, ohne ihre Temperatur anders als höchst langsam auszugleichen.

Ähnliche Unterschiede bestehen nun auch für die Änderung der Geschwindigkeit durch Reibung. Bei normaler Neigung der atmosphaerischen Schichten ist deren oberes Ende der Erdaxe näher, als das untere. Tritt die Schicht an der Erdoberfläche als Westwind auf, so wird das Rotationsmoment der untersten Theile verzögert, deren Centrifugalkraft vermindert, und diese werden an der Polseite der Schicht aufwärts gleitend, sich der Axe nähern, um ihre stabile Gleichgewichtslage am oberen Ende der Schicht zu finden. Diese Bewegung wird ebenfalls gewöhnlich in zitternden kleinen Strömchen, ähnlich dem Aufsteigen warmer Luft vor sich gehen, und das Rotationsmoment der ganzen Schicht ziemlich gleichmässig, in den oberen Theilen wenig später als in den unteren, verringern müssen. Da aber die Wirkung sich auf die ganze Luftmasse vertheilt, wird sie sich an der unteren Seite der Schicht viel weniger bemerklich machen, als wenn sie auf die unteren Schichten beschränkt bliebe.

Umgekehrt die Ostwinde. Deren Rotationsmoment wird durch die Reibung an der Erdoberfläche vergrössert. Die beschleunigte Luftmasse findet sich schon in der Gleichgewichtslage, die sie innerhalb ihrer Schicht einzunehmen hat, und wird nur längs der Erdoberfläche aequatorialwärts drängen in die vorliegenden Schichten hinein. Wird sie zugleich erwärmt, so wird ihr Aufsteigen langsamer vor sich gehen, als in einer unten ruhenden Luftschicht geschähe.

Daraus ist zu folgern, dass die Änderung durch Reibung sich in den Ostwinden auf die untere Luftschicht beschränken, hier aber verhältnissmässig wirksamer sein wird, als bei gleicher Ge-

schwindigkeit in den Westwinden. Die verzögerte Luftschicht wird im Allgemeinen — als Nordost auf der nördlichen Halbkugel — vorwärts drängen gegen den Aequator. Dabei wird sie immer wieder als Ostwind erscheinen, indem sie auf schneller rotirende Zonen der Erde zu liegen kommt. Die über ihr liegende Luft der Schichten wird da, wo unten der Platz frei wird (äusserer Rand der Passatzone), nachrücken und mit unverändertem Rotationsmoment unten als Ostwind erscheinen, und allmählich, nach dem Aequator sich fortschiebend, die beschriebenen Einflüsse der Reibung erleiden. Ich möchte hier noch darauf aufmerksam machen, dass das in der tropischen Zone reichlich verdunstende Wasser ebenfalls mit der grösseren Rotationsgeschwindigkeit der umlaufenden Erde in die Passatwinde eintritt und ihr Zurückbleiben gegen die Erde vermindern muss.

In die Calmenzone selbst werden sich die unteren Schichten der Passatwinde erst einschieben können, sobald ihr Rotationsunterschied mit der Erdfläche ganz aufgehoben ist. Sie werden dann mit der Calmenzone verschmelzen und deren Masse vermehren, so dass diese sich seitlich mit ihren geneigten Grenzflächen immer weiter über die unter ihr schwindenden Schichten der Ostwinde ausbreiten wird.

Dadurch wird nun bedingt, dass während unten wohl meist continuirliche Übergänge in der Temperatur und dem Rotationsmoment der Schichten stattfinden, oben schliesslich die Ränder der sich ausbreitenden Calmenzone, welche das grosse Rotationsmoment der aequatorialen Luft haben, und schon in 10° Breite als starke Westwinde, in 20° als westliche Stürme auftreten müssen, in unmittelbare Berührung mit den unterliegenden Schichten von geringerer Rotationsgeschwindigkeit und geringerer Temperatur treten. Gerade die obere Seite dieser letzteren Schichten wird kaum in ihrem Wärmegehalt und Rotationsmoment verändert sein können, während sie sich nach dem Verlust ihrer unteren Schichten abwärts und gegen den Aequator hin verschieben.

Wie ich in meiner Mittheilung[1] an die Akademie vom 23. April 1868 gezeigt habe, können solche discontinuirliche Bewegungen eine Weile bestehen, aber das Gleichgewicht an ihrer Grenzfläche ist labil und sie lösen sich früher oder später in Wirbel auf, die zu ausgedehnten Vermischungen beider Schichten führen. Dasselbe bestätigen die Versuche mit den empfindlichen Flammen, und solche, wo man durch einen cylindrischen Strom von Luft aus einer Röhre

[1] Über discontinuirliche Flüssigkeitsbewegungen, abgedruckt in: Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen Bd. I. S. 146.

Ausschnitte in Flammen hervorbringt und dadurch die Grenzen der bewegten und ruhenden Masse sichtbar macht. Ist, wie in unserem Falle, die untere Schicht schwerer, so lässt sich zeigen, dass die Störungen zunächst ähnlich den Wasserwogen verlaufen müssen, die durch den Wind erregt werden. Der Vorgang wird sichtbar durch die gestreiften Cirruswolken, welche sich zeigen, wenn an der Grenze der beiden Schichten Nebel niedergeschlagen werden können. Wasserwogen, die durch den Wind erregt werden, zeigen denselben Vorgang, der nur durch den grösseren Unterschied der specifischen Gewichte gradweise verschieden ist. Heftigere Stürme bringen auch Wasserwogen zum Branden, d. h. sie bilden Schaumköpfe und werfen Wassertropfen aus der oberen Kante empor in die Luft. Bis zu einer gewissen Grenze lässt sich dieser Vorgang des Brandens auch mathematisch herleiten und analysiren, worüber ich mir spätere Mittheilungen vorbehalte. Bei geringerer Differenz der specifischen Gewichte muss der Erfolg Mischung der beiden Schichten mit Wirbelbildung und unter Umständen mit starken Regenniederschlägen sein. Eine zufällige unter sehr günstigen Umständen ausgeführte Beobachtung eines solchen Vorgangs habe ich einmal auf dem Rigi gemacht und beschrieben.[1]

Die gemischten Schichten werden Temperaturen und Rotationsmomente erhalten, deren Werthe zwischen denen ihrer Mischungsbestandtheile liegen, und ihre Gleichgewichtslage wird sich also näher gegen den Aequator hin finden als die, welche die kälteren in sie eingetretenen Schichten vorher hatten. Nach dorthin werden sie hinabsteigen, und die polwärts liegenden Schichten zurückdrängen. An Stelle der dadurch oben entstehenden Lücke werden die Schichten, denen diese herabsinkenden Theile entzogen sind, sich nach oben hin strecken und dabei ihren Querschnitt zusammenziehen müssen. Wo durch absteigende Luftmassen die unten lagernden auseinandergedrängt werden, entstehen bekanntlich Anticyklonen, wo Lücken durch aufsteigende Luftmassen entstehen, Cyklonen. Anticyklonen und entsprechende barometrische Maxima zeigen die meteorologischen Karten[2] an der übrigens sehr unregelmässig wechselnden Grenze des Nordostpassates im Atlantischen Meere im Winter unter 30°, im Sommer unter 40° Breite mit sehr grosser Regelmässigkeit. Bei der geneigten Lage der Schichten fallen die durch die Luftmischung häufig entstehenden Regen (Dove's subtropische Regen) etwas weiter nördlich, weil das Wasser ziemlich senkrecht herabfallen muss.

[1] Verhandl. der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. 1886, October 22.

[2] Tägliche Synoptische Wetterkarten, herausgegeben von dem Dänischen Meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte. Kopenhagen und Hamburg.

Dort beginnt dann auch die Zone der Cyklonen, die übrigens gegen Norden hin immer häufiger werden. Wir dürfen wohl annehmen, dass der Vermischungsprocess nicht gleich an der Grenze der Passatzone vollständig vor sich geht, sondern Theile der stark rotirenden warmen hohen Schichten rein oder halbgemischt übrig bleiben, die erst weiter gegen den Pol hin neue Mischungen eingehen.

Im Ganzen müssen in dieser Zone der Mischungen auch unten an der Erde Westwinde die Oberhand behalten, weil der Zuwachs des gesammten Rotationsmomentes, welches die Luftmasse durch Reibung in den Ostwinden der Passatzone erfährt, schliesslich so weit steigen muss bis irgendwo wieder Westwinde den Erdboden berühren und hinreichender Reibung unterliegen, um jenen Zuwachs vollständig wieder abzugeben. Die im Gleichgewicht der Schichten ruhenden Luftmassen werden ja auf die Dauer keine Rotationsbewegung behaupten können, die erheblich von der des Bodens unter ihnen abweicht. Wenn ihnen also von oben her Luft starker Westwinde zugemischt wird, so werden sie ein Bewegungsmoment nach Osten hin erhalten. Ausserdem muss der fallende Regen, der grösstentheils aus den hohen Westwinden herkommt, deren Bewegung auf die durchfallenen Schichten übertragen. Endlich werden alle Zonen, welche durch aequatorialwärts von ihnen niedersteigende gemischte Massen polwärts gedrängt werden, in Westwinde übergehen.

Eine andere dauernde Quelle von Winden bildet die Kühlung des Bodens an den Polen. Die kalten Schichten werden am Boden auseinander zu fliessen streben, und Ostwinde (beziehlich Anticyklone) bilden. Über ihnen werden die wärmeren oberen die Lücke ausfüllen müssen, und sich als Westwinde (oder Cyklone) halten. Dadurch würde es zu einem Gleichgewicht kommen können, wie die Erörterungen des §. 2 zeigen, wenn nicht die unteren kalten Schichten durch Reibung schnellere Rotationsbewegung gewönnen und dadurch zu weiterem Vorrücken befähigt würden. Dabei müssen sie, nach den oben gegebenen Erörterungen am Boden bleiben. Dass sie dies in der That thun, zeigen die häufigen Erfahrungen an unseren winterlichen Nordostwinden, deren Kälte häufig genug die Gipfel selbst der norddeutschen Gebirge nicht erreicht. Übrigens sind an dem vorderen Rande dieser in wärmeren Zonen vorrückenden Ostwinde dieselben Umstände wirksam, um Discontinuitäten zwischen der Bewegung des oberen und unteren Stromes hervorzurufen, wie an den vorrückenden Passaten, und es ist daher hier ein neuer Anstoss für Wirbelbildungen gegeben.

Die Ausbreitung der polaren Ostwinde, wenn auch in den Hauptzügen erkennbar, geht verhältnissmässig sehr unregelmässig vor sich.

da die Kältepole nicht mit dem Rotationspol der Erde zusammenfallen, und niedrige Gebirge grossen Einfluss haben. Dazu kommt, dass Nebel der kalten Zone mässige Abkühlung dickerer Luftschichten, klare Luft sehr intensive Abkühlung niedriger Schichten bewirken wird. Durch solche Unregelmässigkeiten wird es bedingt sein, dass die anticyklonische Bewegung der unteren, und der grosse und allmählich wachsende Cyklon der oberen Schichten, die am Pole zu erwarten wären, sich in eine grosse Zahl unregelmässig fortwandernder Cyklonen und Anticyklonen mit Übergewicht der ersteren auflösen.

Ich ziehe aus den dargelegten Erwägungen das Ergebniss, dass die hauptsächlichste Hemmung der Circulation unserer Atmosphaere, welche verhindert, dass dieselbe nicht ausserordentlich viel heftigere Winde erregt, als es thatsächlich der Fall ist, nicht so wohl in der Reibung an der Erdoberfläche, als in der Vermischung verschieden bewegter Luftschichten durch Wirbel gegeben ist, die durch Aufrollung von Discontinuitätsflächen entstehen. Im Innern solcher Wirbel werden die ursprünglich getrennten Luftschichten in immer zahlreicheren und deshalb immer dünner werdenden Lagen spiralig um einander gewickelt, und ist daher hier durch die ungeheuer ausgedehnte Berührungsfläche ein schneller Austausch der Temperatur und Ausgleichung ihrer Bewegung durch Reibung möglich.

Der vorliegende Aufsatz sollte zunächst nur zeigen, wie in der Luftmasse es durch continuirlich wirkende Kräfte zur Bildung von Discontinuitätsflächen kommen könne. Ich behalte mir vor über den Verlauf solcher Continuitätsstörungen weitere analytische Untersuchungen später vorzulegen.

Ausgegeben am 7. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

I.

MIT DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER DER AKADEMIE
AM 1. JANUAR 1888.

12. Januar 1888.

BERLIN 1888.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung**. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

II. III.

19. Januar 1888.

BERLIN 1888.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

IV.

HIERBEI VERZEICHNISS DER IM VIERTEN VIERTELJAHR EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

26. Januar 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

V.

MIT TAFEL I.

2. Februar 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

VI. VII.

9. Februar 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Mit dem Namen- und dem Sachregister, sowie Titel und Inhalt zum Jahrgang 1887.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

VIII.

16. Februar 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

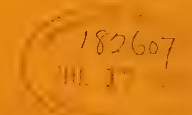
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

IX. X. XI.

23. Februar, 1. März 1888.



BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XII. XIII.

8. März 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XIV.

MIT TAFEL II.

15. März 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XV.

22. März 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XVI. XVII.

5. April 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

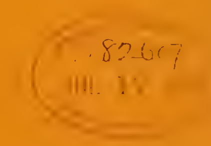
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XVIII.

12. April 1888.



BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XIX. XX.

19. April 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXI.

MIT TAFEL III.

HIERBEI VERZEICHNISS DER IM ERSTEN VIERTELJAHR EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

26. April 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

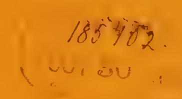
DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXII. XXIII.



3. Mai 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXIV.

17. Mai 1888.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXV. XXVI.

31. Mai 1888.

BERLIN 1888.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXV und XXVI.

Seite

Stein: Leibniz in seinem Verhältniss zu Spinoza auf Grundlage unedirten Materials entwickelungsgeschichtlich dargestellt 615

Gabriel: Über eine neue Darstellungsweise primärer Amine 631

von Helmholtz: Über atmosphaerische Bewegungen 647

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1886, 1887, 1888.

Schulze: Über den Bau der Hexactinelliden . . . . . *M.* 4.00

Vahlen: Über die Annalen des Ennius . . . . . » 2.00

Wattenbach: Gedächtnissrede auf Georg Waitz . . . . . » 0.60

Tobler: Das Spruchgedicht des Girard Pateg . . . . . » 5.00

Diels: Über das dritte Buch der aristotelischen Rhetorik . . . . . » 2.00

Wattenbach: Über die Inquisition gegen die Waldenser in Pommern und der Mark Brandenburg » 4.00

Nöldeke: Die Ghassanischen Fürsten aus dem Hause Gafna's . . . . . » 4.00

Schulze: Zur Stammesgeschichte der Hexactinelliden . . . . . » 1.50

Weber: Über den Pârasiprakâça des Krishṇadâsa . . . . . » 8.00

Hirschfeld, G.: Die Felsenreliefs in Kleinasien und das Volk der Hittiter . . . . . » 4.50

Wilcken: Actenstücke aus der Königlichen Bank zu Theben . . . . . » 4.50

Kötter: Grundzüge einer Theorie der algebraischen ebenen Curven. Preisschrift . . . . . » 20.00

Rawitz: Die Fussdrüse der Opistobrachier . . . . . » 2.00

Gräber: Die Wasserleitungen von Pergamon. Mit einem Beitrag von C. Schuchhardt . . . . . » 2.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1887 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1888 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

